

Б. П. КОЛЕСНИКОВ, Г. И. МАХОНИНА, Т. С. ЧИБРИК

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ
ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ
НА ОТВАЛАХ ЧЕЛЯБИНСКОГО
БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

При добыче полезных ископаемых открытым (карьерным) способом возникают огромные по площади нарушения плодородных земельных угодий, вплоть до полного уничтожения на них растительного и почвенного покровов. Формируются промышленные отвалы различного типа, образованные горными породами, практически лишенными зачатков жизни, на которых в ходе первичных сукцессий заново постепенно образуется новый почвенно-растительный покров.

Большие масштабы подобных нарушений земель остро поставили проблему их рекультивации, т. е. ускоренного превращения в плодородные и продуктивные территории с помощью различных способов и методов. Для вновь образуемых отвалов, согласно многим ведомственным распоряжениям и в соответствии с правительственными постановлениями, рекультивация обязательна и должна проводиться как заключительное звено технологического процесса разработки месторождений открытым способом. Однако, помимо карьеров, эксплуатация которых только начинается и будет проводиться с образованием новых отвальных пространств, есть много старых карьеров, вокруг которых имеются значительные площади старых отвалов. Никакому рекультивирующему воздействию они еще не подвергались и образование на них растительного и почвенного покрова шло естественным путем, в соответствии с зонально-географическими особенностями природного сукцессионного процесса.

Изучение темпов и интенсивности естественного самозаращения и почвообразования с учетом временного фактора на подобных отвалах позволяет оценить результаты «рекультивационного опыта», произведенного природой. Помимо теоретической значимости таких исследований, они имеют прямой прикладной интерес, позволяя объективно прогнозировать конечный результат пла-

нируемых рекультивационных работ для новых отвалов и намечать типы старых отвалов, нуждающихся в специальных рекультивационных мероприятиях, способных ускорить и повысить эффективность идущего естественного самозарастания. Не претендуя на законченность выводов, целью настоящей работы является обобщение накопленных фактических данных по естественному восстановлению почвенного и растительного покровов на разнотипных отвалах Челябинского бурогоугольного бассейна, одного из самых крупных на территории Урала, разрабатываемого открытым способом в течение многих десятилетий. Исследования проводились с 1967 по 1973 г. кафедрой геоботаники и почвоведения и лабораторией промышленной ботаники Уральского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. А. М. Горького на отвалах Коркинского, Еманжелинского и Кичигинского месторождений на площади 4,3 тыс. га.

При изучении агрохимических свойств пород отвалов механический состав определялся по Н. А. Качинскому (полевой метод), объемный вес в ненарушенном сложении по Е. В. Аринушкиной (1971), гумус по И. В. Тюрину в модификации В. Н. Симакова, рН водной и солевой вытяжки потенциометрическим методом, общий азот по Кьельдалю, подвижный фосфор по А. Т. Кирсанову и Мачигину, подвижный калий по Я. В. Пейве и Масловой, подвижные железо и алюминий по Тамму. У части образцов почвогрунтов определялось также валовое содержание элементов. Поскольку идущий процесс почвообразования характеризуется накоплением азота, гумуса и качеством образующихся гумусовых веществ, определялся групповой и фракционный состав гумуса по ускоренному методу М. М. Кононовой (1963).

Естественное зарастание изучалось на разновозрастных участках разнотипных отвалов. Проводилось общепринятое геоботаническое описание их растительности, встречаемость видов оценивалась методом Раункиера путем закладки серии площадок (от 10 до 30) округлой формы по 0,1 м². Выделение стадий сингенеза производилось на основе схемы, предложенной А. Г. Вороновым и Л. Н. Тагуновой (1957). Большое внимание уделялось биоэкологической характеристике видов, слагающих растительность отвалов, с использованием рекомендаций ряда авторов (Левина, 1957; Кумина, 1969; Быков, 1962—1965; Борисова с соавт., 1961; Серебряков, 1964; Шенников, 1964; Арнольди с соавт., 1969).

Полученный материал позволил оценить темпы и интенсивность естественного восстановления растительного и почвенного покровов на изученных отвалах и учесть их при определении объема и направления рекультивационных работ.

Кроме авторов настоящей статьи, в исследованиях принимали участие студенты Уральского университета Л. А. Волковинская, Г. П. Коробкова, А. И. Лапина, Г. А. Максимова, Г. А. Осипова, А. А. Шафоростова.

Общая характеристика природных условий Челябинского буро-

угольного бассейна. По агроклиматическому районированию (Скавронская, Андрушко, 1957) Челябинский буроугольный бассейн находится в пределах лесостепной зоны и расположен на границе восточного склона Южного Урала и Зауральской равнины. По физико-географическому районированию (Урал и Приуралье, 1968) этот район отнесен к предгорной Зауральской равнине (Зауральский пенеплен). Поверхность представляет собой слабохолмистую равнину, имеющую пологий уклон на восток, преобладают небольшие всхолмления и мелкие замкнутые котловины.

Климат резко континентальный, умеренно холодный. Годовое количество осадков очень неустойчиво и колеблется от 250 до 400 мм в год, причем до 75% из них выпадает в теплый период года.

Растительность района представлена разбросанными по всей территории березовыми, реже березово-осиновыми колками, чередующимися с безлесными пространствами, занятыми луговыми степями. Лесистость определяется в 24,5% (Колесников, 1969). Почвенный покров отличается большой комплексностью. Наиболее распространенными зональными типами почв района являются черноземы выщелоченные, осолоделые лугово-черноземные почвы и сильно засоленные солончаки и солонцы. Реже встречаются серые лесные, дерново-подзолистые и солоды, которые занимают небольшие площади. Естественные лесостепные ландшафты сильно изменены, вся территория находится под прямым и интенсивным воздействием хозяйственной деятельности человека. Лесостепная зона Челябинской области по климатическим условиям более благоприятна для сельского хозяйства, чем горнолесная и степная зоны. Поэтому сельскохозяйственные угодья занимают 61% площади зоны, из которых 65% приходится на пашню. Почвы зоны плодородны и при хорошей агротехнике дают высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур (Агрохимическая характеристика почв СССР, 1968).

По тектоническому строению Челябинский буроугольный бассейн представляет собой клинообразно-асимметричный грабен, заполненный палеозойскими и нижнемезозойскими угленосными отложениями, перекрытыми верхнекайнозойскими и кайнозойскими породами. Ложе и борта грабена слагают метаморфические сланцы и известняки силуро-девонского возраста (Денисов, Шауфлер, 1969). В составе бассейна выделяются три угленосных района — Коркинский, Еманжелинский и Кичигинский. Открытые разработки ведутся в карьерах: Коркинском 1—2, Батуринских — 3—4 и 8, Красносельских — 7 и 8-бис. Характеристика их отвальных площадей дана в табл. 1.

Добыча угля открытым способом ведется относительно недавно (с 1930-х гг.), но энергично. Доставка угля от забоев к погрузочным бункерам и на обогатительные установки осуществляется конвейерным способом. Для вскрышных пород применяется

Таблица I

Общая характеристика отвалов Челябинского бурогоугольного бассейна

Типы отвалов	Название отвалов	Преобладающий породный состав	Площадь, га	Высота, м	Число ярусов	Возраст участков на поверх- ности, лет
Железнодорожные	Коркинский № 1	аргиллиты, алевроли- ты, песчаники с чет- вертичными суглин- ками и глинами	560	16—60	3	0—20
	Коркинский № 2	углистые аргиллиты, алевролиты и сланцы	600	20—49	3	0—20
	Батуринский	аргиллиты и алевро- литы с песчаниками	230	9—28	2	13—23
	Красносельский	аргиллиты, песчани- ки и глины	236	14—35	2	0—14
Гидроотвалы вскрышные	Еманжелинский се- веро-западный	аргиллиты и алевро- литы в смеси с чет- вертичными суглин- ками и глинами	166	3—8	1	24
	Еманжелинский юго-западный	то же			1	15
	Еманжелинский се- веро-восточный	то же	63	4—9	1	23
	Красносельский «старый» и «молодой»	то же	101	6	1	20—13
	Коркинский	то же	13	3—5	1	23
Гидроотвалы углемоечные	Еманжелинский юго- восточный, I секция	углистые аргиллиты и алевролиты с тре- тичными глинами	59	2—4	1	10
	Еманжелинский юго- восточный, II секция	то же		4—6	1	15
	Еманжелинский юго- восточный, III секция	то же		6—11	1	15
	Еманжелинский се- верный, действующий	то же	176	7—9	1	1
	Коркинский	то же	58	3—5	1	13
Автоотва- лы	Коркинский	алевролиты, аргилли- ты, глины	70		2	0—10
	Красносельский № 1—4 карьера № 8—8-бис	аргиллиты, глины	52	10—27	1—2	0—15
Внутри- карьерные отвалы	Коркинские	алевролиты, аргилли- ты, глины		20— —170	1	
	Батуринские	то же		20—50	1	

Таблица 2

Агрохимическая характеристика грунтов вскрышных гидроотвалов

Номер, название, возраст, лет	Глубина слоя, см	Гигроскопическая влажность, %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	C, %	N, %	C:N	pH водной	Сухой остаток, %
11 — Красносельский «молодой», 13	0—2	2,3	8,4	17,5	1,3	0,14	9,3	7,6	0,14
	2—7	5,8	3,6	10,5	1,3	0,07	18,6	7,9	0,19
	7—20	6,0	7,6	7,5	1,0	0,05	20,0	8,4	0,32
	20—25	6,0	3,6	7,5	1,2	0,04	30,0	8,4	0,20
5 — Еманжелинский юго-западный, 15	0—2	3,5	12,0	12,2	0,30	0,17	1,8	8,3	0,04
	2—7	3,5	4,8	7,5	0,14	0,09	1,0	8,2	0,05
	7—20	3,3	8,0	5,3	0,35	0,07	5,0	8,5	0,06
10 — Красносельский «старый», 20	0—2	5,3	5,6	19,0	0,37	0,28	1,2	8,0	0,04
	2—7	4,9	7,4	16,7	0,35	0,11	3,2	7,8	0,07
	7—20	4,7	12,8	11,0	0,22	0,10	2,2	7,5	0,10
7 — Еманжелинский северо-восточный, 23	0—2	3,1	11,0	11,5	0,22	0,17	1,3	8,4	0,10
	2—7	3,4	12,2	6,7	0,29	0,07	4,1	8,4	0,10
	7—20	3,0	15,0	5,7	0,44	0,07	6,3	8,5	0,05
9 — Коркинский, 23	0—2	4,8	13,0	—	2,5	0,46	5,4	7,5	0,75
	2—7	4,6	10,0	—	1,1	0,18	6,1	6,0	0,54
	7—20	4,9	10,5	—	0,24	0,10	2,4	7,5	0,80
4 — Еманжелинский северо-западный, 24	0—2	3,2	7,5	5,5	0,15	0,39	0,6	7,5	0,10
	2—7	3,6	5,0	6,3	нет	0,06	—	6,0	0,12
	7—20	2,5	8,0	5,7	нет	0,06	—	7,7	0,41

рельсовый, автомобильный и гидравлический транспорт. В зависимости от способа складирования внешних отвалов различают отвалы железнодорожные, автоотвалы, гидроотвалы вскрышных пород, гидроотвалы с обогатительных установок и углемоек, а также внутрикарьерные отвалы при бестранспортной системе складирования. В дальнейшем все фактические материалы будут излагаться с учетом типа складирования отвалов.

Внешние отвалы, образованные при вывозке вскрышных пород железнодорожным транспортом, представляют собой платообразные возвышенности (от 5 до 60 м), занимающие огромные площади (от сотен до тысяч гектаров). Поверхность их относительно выровнена, образована длинными вытянутыми узкими повышениями и понижениями (колебания высот 0,5—1 м). Направление таких полос определяется положением железнодорожных путей во вре-

Таблица 3

**Агрохимическая характеристика зональной почвы и грунтов
углемоечных отвалов**

Номер, название, возраст, лет	Глубина слоя, см	Гигроскопи- ческая вла- га, %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	C, %	N, %	C:N	pH водной	Сухой от- ток, %
Зональная почва (выщелоченный чернозем)	0—20	6,93	9,7	18	4,1	0,23	17,4	7,5	0,098
	20—40	6,30	7,8	17	1,7	0,10	17,0	7,9	0,192
	40—57	6,30	6,1	14	1,17	0,06	19,5	8,2	0,173
	57—92	6,94	3,3	14	1,50	0,06	25,0	7,2	0,165
	>92	4,04	2,8	10	0,18	0,01	18,0	7,6	0,152
Углемоечные гидроотвалы									
6 — Еманжелин- ский, 1 год	0—2	3,9	8,0	5,7	1,10	0,16	6,9	7,8	3,62
	2—7	2,9	7,0	10,5	0,94	0,22	4,3	7,9	0,85
	7—20	3,5	8,0	6,7	0,90	0,23	4,0	8,1	0,74
1 — Еманжелин- ский юго-вос- точный I сек- ция, 10	0—2	3,7	37,5	12,8	2,30	0,26	8,8	7,3	1,23
	2—7	4,0	50,0	5,5	2,50	0,20	12,5	7,7	0,64
	7—20	3,7	60	6,0	1,70	0,19	9,0	7,0	1,05
1 — Еманжелин- ский юго-вос- точный II сек- ция, 15	0—2	3,2	50,0	—	1,30	0,21	6,2	7,2	2,23
	2—7	2,6	30,0	5,5	1,20	0,19	6,3	7,6	0,46
	7—20	2,5	30,0	5,5	1,30	0,19	6,8	8,0	0,32
1 — Еманжелин- ский юго-вос- точный III секция, 15	0—2	3,2	37,5	19,1	0,44	0,17	2,6	7,3	1,90
	2—7	2,5	62,5	11,0	0,12	0,17	0,8	7,6	0,65
	7—20	2,7	8,0	7,3	0,55	0,15	3,7	7,8	0,42
8 — Коркинский, 13	0—2	4,4	75,0	5,5	1,6	0,36	4,4	6,5	2,60
	2—7	3,7	75,0	8,8	1,3	0,30	4,3	7,3	1,40
	7—20	2,6	75,0	7,3	1,1	0,26	4,4	7,5	0,60

мя формирования отвала. Поступающие в отвал породы лишь частично перемешиваются, поэтому поверхность отвала представлена участками определенных горных пород или их смесей.

По рельефу поверхности резко отличаются автоотвалы. По форме она представляет собой ряд близко расположенных бугров высотой от 1 до 30 м, со склонами большой крутизны. Между буграми образуются относительно выровненные переходы. Смещение пород при автовывозке значительно меньше, чем при железнодорожной, поэтому отдельные бугры чаще представлены определенными горными породами.

По внешнему виду гидроотвалы имеют характер окруженных дамбами ровных площадей размером от 58 до 176 га. Мощностью намывного слоя в них колеблется от 3 до 10 м. Важной особенностью гидроотвалов является отсутствие крупномерного материала, однородность грунтосмесей и длительное переувлажнение после прекращения намыва пульпы (Махонина, Чибрик, 1974).

Естественное зарастание гидроотвалов. По происхождению слагающих пород гидроотвалы делятся на вскрышные, состоящие из пород вскрыши, и углемоечные, содержащие надугольные породы, обогащенные угольным материалом. Свойства пород обоих типов гидроотвалов охарактеризованы данными табл. 2 и 3. Изучено 6 вскрышных и 5 углемоечных гидроотвалов.

По механическому составу породы вскрышных и углемоечных гидроотвалов одинаково представлены тяжелыми и средними суглинками, по объемному весу (0,7—1,2) сходными с зональными почвами. Емкость поглощения их также близка к зональной и составляет на вскрышных гидроотвалах 19,24—34,66 и на углемоечных 12,2—22,01 мг/экв — 100 г почвы. рН водной вытяжки изменяется от слабо- до сильнощелочной (7,5—8,5). Оба типа гидроотвалов обеспечены подвижными формами фосфора и калия. По валовому содержанию основных макроэлементов (табл. 4) гидроотвалы близки к зональным почвам, как отличие можно лишь отметить несколько более высокое содержание серы в углемоечных. Валовое содержание микроэлементов во вскрышных и углемоечных отвалах близко к средним значениям в почвах, за исключением содержания Cu, Zn, Mn и As (Махонина, Чибрик, 1974). Углемоечные гидроотвалы содержат частицы угля и сильно засолены (% сухого остатка 0,4—3,6), тип засоления хлоридно-сульфатный. Этим они существенно отличаются от вскрышных, с чем связаны различия в зарастании и почвообразовании.

Общее направление процесса самозарастания гидроотвалов охарактеризовано ранее (Тарчевский, Чибрик, 1969, 1970). Вскрышные гидроотвалы начинают зарастать уже со второго года после окончания слива породы, и довольно интенсивно. К 10—15 годам на них обычно формируются сложные фитоценозы, близкие по структуре к деградированным зональным. Общая характеристика естественной растительности вскрышных гидроотвалов приведена в табл. 5, а встречаемость наиболее распространенных видов — в табл. 6.

Растительность гидроотвалов исключительно травянистая, что объясняется отсутствием заноса семян древесных видов. Суммарный флористический состав растительности вскрышных гидроотвалов представлен 79 видами из 21 семейства. По количеству видов преобладает разнотравье, но везде доминируют злаки. Биологический спектр сходен: гемикриптофиты составляют 50—70%, геофиты — 18—30%, терофиты — 7—30% (наибольшая доля терофитов отмечена на северо-восточном гидроотвале, подверженном чрезмерному выпасу). В фитоценоотическом отношении на

Валовой анализ грунтов вскрышных и углемоечных гидроотвалов, % на сухую почву

Название, возраст, лет	Горизонт, см	SiO ₂	SO ₄	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	п. п., %	MgO	CaO	Сумма
Вскрышные												
11 — Красносельский, 13	0—2	57,95	0,33	4,72	10,95	0,45	0,09	0,11	12,80	1,74	3,41	92,55
	2—7	58,40	1,09	4,85	9,35	0,53	0,09	0,07	10,44	1,92	3,82	90,56
	7—20	60,29	1,87	5,55	11,68	0,56	0,07	0,07	8,86	1,83	1,79	92,57
7 — Еманжелинский северо-восточный, 23	0—2	59,00	0,60	5,19	16,57	0,42	0,15	0,13	11,24	1,77	3,14	98,21
	2—7	64,22	0,94	6,22	12,14	0,75	0,08	0,04	8,08	1,91	2,24	96,62
	7—20	64,04	2,43	5,96	14,00	0,65	0,09	0,05	6,75	1,94	2,34	98,25
Углемоечные												
8 — Коркинский, 10—15	0—2	38,53	4,54	4,35	14,95	0,61	0,21	0,09	28,50	1,71	1,12	94,61
	2—7	39,11	3,25	4,63	16,28	0,96	0,23	0,08	27,96	1,41	0,84	94,74
	7—20	46,90	1,28	3,99	19,86	0,75	0,27	0,08	20,69	1,41	0,84	96,07
1 — Еманжелинский юго-восточный (11 секция), 15	0—2	44,98	2,56	4,47	22,56	0,75	0,23	0,09	18,87	2,01	1,12	97,64
	2—7	46,93	0,72	3,99	23,83	0,60	0,23	0,07	16,80	2,25	0,52	95,93
	7—20	47,60	1,54	4,95	22,45	0,75	0,24	0,08	16,60	1,21	1,40	96,81

Общая характеристика естественной растительности гидроотвалов

Название гидроотвалов и номер	Возраст, лет	Преобладающие виды	Проективное покрытие, %	Задерживаемость, %	Выраженность ярусов	Распределение видов	Стадия сингенеза
Еманжелинский северо-западный, № 4	24	<i>Calamagrostis epigeios</i> (cop ₂) + <i>Agrostis vulgaris</i> (sp.) + <i>Poa pratensis</i> (sp.) + <i>Agropyrum repens</i> (sp.) + <i>Trifolium pratensis</i> (sp) — <i>Trifolium repens</i> (sp — cop ₁)	80—90	60	Выражены ясно	Равномерное	Разнотравно-клеверно-вейниковый сложный фитоценоз
Еманжелинский юго-западный, № 5	16	<i>Poa pratensis</i> (cop ₂) + <i>Trifolium pratensis</i> (sp.) — <i>Megicago lupulina</i> (cop ₁)	90—100	80	Выражены ясно	Равномерное	Разнотравно-бобово-мятликовый сложный фитоценоз
Еманжелинский северо-восточный, № 7	23	<i>Rusciniella distans</i> (cop ₁ — cop ₂) + <i>Calamagrostis epigeios</i> (sp. gr) + <i>Poa pratensis</i> (sp. gr) — <i>Potentilla anserina</i> (sp gr)	40—50	30—40	Выражены	Раздельно-групповое	Разнотравно-бескильничевая сложная растительная группировка
Красносельский «старый», № 10	20	<i>Poa pratensis</i> (sp — cop ₁) + <i>Agropyrum repens</i> (sp — cop ₁) + <i>Trifolium pratensis</i> (sp) — <i>Trifolium repens</i> (sp)	70—80	50—60	Выражены	Равномерное, рассеянное	Разнотравно-бобово-злаковый сложный фитоценоз
Красносельский «молодой», № 11	13	<i>Agrostis alba</i> (cop ₁ — cop ₂) + <i>Poa pratensis</i> (sp) — <i>Trifolium repens</i> (cop ₁ — cop ₂)	90—100	70—80	Выражены	Равномерное, рассеянное	Разнотравно-клеверно-полевичевый сложный фитоценоз
Коркинский № 9	23	<i>Calamagrostis epigeios</i> (cop ₂) + <i>Agropyrum repens</i> (sp) + <i>Achillea millefolium</i> (sp) + <i>Carduus nutans</i> (sp gr) — <i>Trifolium repens</i> (sp ₂ — cop ₁) ₁₁	70—90	60—70	Выражены	Равномерно-групповое	Разнотравно-клеверно-злаковый сложный фитоценоз

Встречаемость наиболее распространенных видов растений на гидроотвалах, %

Вид растений	Гидроотвалы					Коркинский, № 9
	Еманжелинские			Красносельские		
	северо- западный № 4	юго-за- падный № 5	северо- восточный, № 7	«молодой»	«старый»	
Астрагал датский		20				
Бескильница расставленная . .		20	80		62	30
Бескильница Гаупта		15				
Вейник наземный	75		75		30	60
Горошек мышиный						10
Горец птичий			65			
Донник лекарственный	20	10				
Желтушник жестколистный . .			5			
Зубчатка поздняя	50					
Икотник серый		10				
Клевер луговой	75	5		5	77	
Клевер ползучий	60	80		80	100	100
Кипрей узколистный	5					30
Кохия веничная			85			
Клоповник мусорный			35			
Люцерна хмелевидная					27	
Люцерна серповидная	55	35				
Лапчатка гусиная	10	20		5	54	60
Лапчатка серебристая				25		
Липучка обыкновенная		5	5			
Марь сизая			80			
Марь белая			5			
Мать-и-мачеха					58	20
Мелколепестник канадский . .			10			
Молюкан татарский			15			
Мятлик луговой	65	75		67	100	
Одуванчик лекарственный . . .	35	80	55	40	4	100
Осот огородный			20		12	
Полевица белая					83	50
Подорожник средний	10		2	20		10
Подорожник большой						30
Подорожник солончаковый . .	15					
Полынь горькая	5	15	50			
Пырей ползучий	10	55	5	90	12	
Ситник лягушачий	5					
Соссюрея горькая			75	45		
Солянка русская			5			
Солерос травянистый			10			
Тысячелистник обыкновенный .	35	45		15	10	
Тростник обыкновенный		5	5			
Щетинник зеленый			5			
Чертополох поникающий				45		

ПРИМЕЧАНИЕ: полужирным — встречаемость 30% и более

всех вскрышных гидроотвалах доминируют луговые виды, но на Еманжелинском гидроотвале значительна доля лугово-степных и степных (10—20%). Сорняки составляют 22—40% от общего числа видов. Преобладают мезофиты (38—50%), но суммарная доля участия ксеромезофитов и мезоксерофитов еще более значительна (от 44 до 59%). Это указывает на некоторую ксерофитизацию растительности гидроотвала и приближение ее к зональной лесостепной.

Важными факторами зарастания отвалов естественной растительностью, как ранее указано (Махонина, Чибрик, 1974), является скорость высыхания гидроотвалов, их высота над окружающей местностью и интенсивность выпаса скота. Именно этими причинами объясняется разная степень сформированности естественного растительного покрова у одновозрастных гидроотвалов с близкими по свойствам субстратами. Так, лучше сформированную растительность с высоким покрытием (90—100%) имеют относительно молодые гидроотвалы Еманжелинский юго-западный (возраст 15 лет) и Красносельский «молодой» (возраст 13 лет) (табл. 5), изолированные от выпаса скота по сравнению с рядом расположенными более старыми отвалами (возраст 20—23 года), растительность которых стравливается. Сильным стравливанием, в частности, можно объяснить, что на 3-Еманжелинском северо-восточном гидроотвале (табл. 5) формирование фитоценозов задержалось на стадии разнотравно-злаковой сложной растительной группировки, несмотря на значительный возраст (23 года).

Углемоечные гидроотвалы, сложенные надугольными породами, наименее благоприятны для растительности; они зарастают очень медленно. Флористический состав растительности беден и представлен всего 4—8 галофитами. В различных сочетаниях и с разным обилием встречаются: *Atriplex nitens*, *A. litoralis*, *Rumex crispus*, *Phragmites communis*, *Polygonum aviculare*, *Puccinellia distans*, *P. Hauptiana*, *Salicornia herbacea*, *Salsola collina*, *S. ruthenica*, *Suaeda corniculata*, *Tussilago farfara*. Обилие видов и интенсивность зарастания зависят от степени увлажнения. На переувлажненных участках формируются заросли тростника и мать-и-мачехи с проективным покрытием до 80%, на высохших 10—15-летних участках зафиксированы галофитные (солянково-лебедовые) пионерные растительные группировки с проективным покрытием не выше 10—15%. Видовой состав растительности несколько обогащается, а интенсивность естественного зарастания возрастает параллельно с увеличением примеси вскрышных пород.

На всех вскрышных гидроотвалах довольно интенсивно идет процесс почвообразования. Он выражается в накоплении углерода, азота и в перераспределении по профилю подвижных форм Р и К. Отчетливо выражено уменьшение количества углерода и азота сверху вниз, аналогичная тенденция фиксируется в распределении подвижных форм калия и фосфора (в 4 случаях из 6). Следует отметить, что накопление гумуса идет непропорциональ-

но времени почвообразования. На более старых отвалах содержание его может быть меньше, чем на более молодых. Эта особенность, как указано ранее, тесно связана с состоянием растительного покрова на отвалах, обусловленным выпасом скота. Общее накопление углерода в профиле формирующихся почв (0—20 см) колеблется от 0,24 до 15,76 т/га в зависимости от интенсивности и времени почвообразования. Наибольшая скорость накопления углерода в год равна 1,21 т/га, азота — 0,12 т/га.

Для характеристики природы образующихся в почве молодых гумусовых веществ был определен групповой состав гумуса на двух (13 и 23 лет) гидроотвалах (табл. 7). На более молодом 13-летнем гидроотвале в профиле преобладают фульвокислоты, начиная с глубины 7 см, гуминовых кислот нет. Формирующиеся в слое 0—2 и 2—7 см гуминовые кислоты очень молоды по сравнению с зональным черноземом, если судить о их строении по величине $E_4:E_6$ (Кононова, 1963) и степени обогащенности азотом. На 23-летнем гидроотвале увеличивается содержание гуминовых кислот и уменьшается величина $E_4:E_6$, но оно еще не достигает зонального значения. Следовательно, формирующиеся гумусовые вещества в молодых почвах на вскрышных гидроотвалах еще отличаются по соотношению основных групп (ГК и ФК) и их строению от зональной почвы.

Первичные почвы, возникающие на углемоечных гидроотвалах, идентифицировать весьма трудно из-за присутствия угля в породах. Ясно лишь одно — почвообразование на углемоечных гидроотвалах будет идти по типу засоленных почв.

Подводя итоги, можно сказать, что углемоечные сильно засоленные гидроотвалы неблагоприятны для произрастания растений и при проведении биологической рекультивации нуждаются в коренной мелиорации. При этом следует учесть, что на гидроотвалах этого типа вследствие постепенного высыхания продолжается засоление верхних корнеобитаемых слоев.

Вскрышные же гидроотвалы, как видно из агрохимических свойств и процессов естественного зарастания, вполне пригодны для сельскохозяйственного использования. Однако биологическая продуктивность их и скорость почвообразования могли бы быть значительно выше при исключении чрезмерного выпаса скота.

Сопряженное изучение процессов естественного зарастания и агрохимических свойств грунтосмесей, в первую очередь — накопления углерода, показывает для гидроотвалов тесную положительную корреляцию этих двух процессов.

Естественное восстановление и вопросы рекультивации железнодорожных и автомобильных отвалов. В отличие от гидроотвалов с их ровной поверхностью все железнодорожные имеют грядовобугристый мезо- и микрорельеф. Так как складирование вскрышных пород на них производится длительное время, поверхность состоит из разновозрастных участков.

Отвалы Коркинского карьера № 1—2 расположены в северо-

Фракционный состав гумуса вскрышных гидротвалов

Номер, возраст, лет	Глубина, см	Общая С, %	Общая N, %	C : N	С гуминовых кислот*, %	N гуминовых кислот, %	C : N	С фульвокислот, %*	N фульвокислот, %	С _{фк} :N _{фк}	С _{тк} :С _{фк}	Е ₄ :Е ₆ гуминовых кислот	С остаток*, %
11 — Красносельский «молодой», 13	0—2	1,3	0,14	9,3	$\frac{0,07}{5,5}$	0,022	3,2	$\frac{0,29}{22,2}$	0,002	140,0	0,2	13,6	$\frac{0,94}{72,3}$
	2—7	1,3	0,07	18,6	$\frac{0,02}{1,6}$	0,011	1,9	$\frac{0,40}{30,7}$	0,005	80,0	0,05	44,0	$\frac{0,88}{67,7}$
	7—20	1,0	0,05	20,0	нет	0,010	—	$\frac{0,18}{18,0}$	0,004	45,0	—	—	$\frac{0,82}{82,0}$
	20—25	1,2	0,04	30,0	нет	0,008	—	$\frac{0,18}{15,0}$	0,002	90,0	—	—	$\frac{1,02}{85,0}$
7 — Еманжелинский северо-восточный, 23	0—2	0,22	0,17	1,3	$\frac{0,18}{81,8}$	0,028	6,4	$\frac{0,02}{91,0}$	0,003	6,6	9,0	10,6	$\frac{0,02}{9,1}$
	2—7	0,29	0,07	4,1	$\frac{0,12}{41,3}$	0,017	7,0	$\frac{0,08}{25,4}$	0,009	8,8	1,5	9,0	$\frac{0,09}{33,3}$
	7—20	0,44	0,07	6,3	$\frac{0,12}{27,0}$	0,025	4,8	$\frac{0,06}{13,9}$	0,014	4,3	2,0	9,3	$\frac{0,26}{59,1}$
Зональная почва (выщелоченный чернозем)	0—20	4,10	0,23	17,8	$\frac{1,07}{26,1}$	0,073	14,6	$\frac{0,34}{8,3}$	0,005	68,0	3,14	4,12	$\frac{2,69}{65,6}$

* числитель — % от веса почвы
знаменатель — % от общего углерода

западной части города Коркино, в 2—3 км от карьера. По данным Ю. И. Денисова и А. Н. Шауфлера (1969), вместе с карьерами и терриконами они занимают 6700 га из 10 200 га всей территории города Коркино. По объемным параметрам внешние отвалы Коркинского разреза не имеют себе равных в СССР.

Склоны отвалов почти по всему периметру крутые и высокие, за исключением въездной траншеи. Хотя складирование их ведется беспорядочно, все же грунт с нижних уступов разреза и самовозгорающиеся хвосты Центральной обогатительной фабрики попадают, в основном, на отвал № 2, а с верхних и средних уступов — на отвал № 1. Поэтому по породному составу эти два отвала существенно различны.

В отвалы попадают грунты разного литологического и минералогического состава, образуя на их поверхности различные грунтосмеси с преобладанием той или иной породы; по механическому составу преобладают суглинки (табл. 8). Все типы грунтосмеси¹ высоко обеспечены фосфором (21—81 мг P_2O_5 на 100 г грунта). Обеспеченность же подвижным калием различна: из 13 проанализированных типов грунтосмесей 5 показали низкое содержание его, остальные среднеобеспечены. Грунтосмеси с преобладанием углистых аргиллитов и сланцев, а также третичных глин имеют кислую реакцию ($pH=4,6-5,8$) и повышенную гидrolитическую кислотность (до 14 мг/экв на 100 г); pH остальных — от слабокислой до щелочной. Грунтосмеси, содержащие опоки, показали среднюю засоленность; остальные не засолены. Степень насыщенности основаниями очень велика (более 70%), за исключением опок в смеси с четвертичными суглинками, где она составляет 57%.

Несмотря на большую пестроту, на отвале наиболее распространены грунтосмеси из алевролитов и аргиллитов серого цвета. Именно на них проведено изучение процессов естественного застарения и охарактеризованы первичные стадии почвообразования. Изучение проводилось путем сравнения растительности и первичных почв на разновозрастных участках (возраст 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 лет), образованных средними суглинками серого цвета с объемным весом: на 19-летнем участке в слое 0—2 см — 0,78, в слое 2—7 см — 0,97 и в слое 7—20 см — 1,1 г/см³, а на однолетнем соответственно 1,07, 1,26 и 1,23. Как видно, объемный вес увеличивается сверху вниз по почвенному профилю, причем на однолетнем участке он выше, чем на 19-летнем, что объясняется значительной задерненностью последнего.

Обеспеченность фосфором растений высокая, больше, чем на зональной почве почти в 10 раз (табл. 9). Обеспеченность калием по сравнению с зональной почвой достаточно высокая (18 мг на 100 г почвы) и с возрастом участков увеличивается (от 22 до 32 мг, а на 13—15-летних участках до 45—50 мг на 100 г почвы).

¹ В табл. 8 приводятся данные, усредненные по 10—15 повторностям.

Агрохимическая характеристика грунтосмесей Коркинского железнородного отвала № 1 (в числителе данные по слою 0—2 см, в знаменателе 2—20 см, целые числа — для слоя 0—20 см)

Состав грунтосмесей	Цвет	Механический состав	pH		Содержание микроэлементов, мг/эка. на 100 г					
			водной	солевой	Ca	Mg	K ₂ O	P ₂ O ₅	H	
Из алевролитов и аргиллитов	Темно-серый	Средний суглинок	8,2	7,1	10,76	9,22	12,55	57,42	1,37	
			8,2	7,4	12,52	9,34	8,32	48,56	1,15	
	Темно-серый	Легкий суглинок	9,2	8,0	8,42	8,21	8,9	41,6	0,18	
Темно-серый			8,8	7,9	10,30	10,30	8,8	51,0	0,36	
	Темно-серый	Тяжелый суглинок	6,8	6,2	12,51	13,16	11,12	40,12	3,74	
Преобладание опок			6,4	5,8	9,63	25,64	4,6	42,5	8,9	
	Серый	Средний суглинок	8,0	7,6	7,4	10,84	2,8	43,4	6,3	
Преобладание алевролитов	Серый	Тяжелый суглинок	8,2	7,2	6,5	9,9	7,1	63,8	0,53	
Преобладание серой третиной глины			7,9	7,5	7,34	6,42	12,44	63,75	1,07	
	Серый	Глина	8,0	7,8	17,85	0	10,92	65,62	0,73	
Преобладание углистых аргиллитов и сланцев	Черный	Средний суглинок	5,4	5,2	22,35	13,28	0	81	11,34	
Смесь четвертичных глин (озерно-болотных) с аллювиальными четвертичными песками	Желтый	Средний суглинок	7,6	6,8	10,22	9,95	9,13	7,7	0,74	
			8,4	7,2	11,87	8,53	9,58	21,85	0,56	
	Рыжий	Средний суглинок	8,0	6,9	17,5	1,7	3,9	27	0,85	
	Пестрый	Средний суглинок	8,4	7,5	8,9	11,0	0	70	0,62	
	Пестрый	Глина	8,7	7,7	14,04	9,88	6,76	65	3,45	
Опоки и четвертичные суглинки			7,8	7,8	10,7	11,38	6,95	26,8	0,55	
			8,6	7,6	8,74	7,45	10,36	33,75	0,75	
	Серо-коричневый	Глина	6,1	5,8	14,67	9,36	6,74	32,5	13,64	
Преобладание четвертичного суглинка			5,1	4,6	10,14	7,42	0	33,1	13,83	
	Коричневый	Средний суглинок	7,8	7,4	8,8	7,7	7,8	46,99	1,98	
			7,8	7,2	9,9	11,6	7,5	29,43	2,89	

Таблица 9

**Агрохимическая характеристика зональной почвы и грунтов Коркинского
железнодорожного отвала № 1**

Возраст, лет	Глубина, см	Гигроско- пическая влага, %	C, %	N, %	P ₂ O ₅ , (по трупцу) мг/100	K ₂ O, мг/100	Fe ₂ O ₃ , %	Al ₂ O ₃ , %	pH вод- ной	Сухой остаток, %	CaCO ₃ , %
Зональ- ная поч- ва (обык- новен- ный чер- нозем)	0—20	6,93	4,1	0,23	9,7	18	0,55	0,85	7,5	0,098	2,5
	20—40	6,30	1,4	0,10	7,8	17	0,39	0,51	7,9	0,192	2,5
	40—57	6,30	0,85	0,06	6,1	14	0,33	0,57	8,2	0,173	2,67
	57—92	6,94	0,80	0,06	3,3	14	0,28	0,42	7,2	0,165	5,83
	92— ниже	4,03	0,15	0,01	2,8	10	0,08	0,27	7,6	0,152	0,25
19	0—2	3,0	7,25	0,47	95,3	32,0	2,4	1,4	6,6	0,053	22,91
	2—7	3,1	2,4	0,21	76,1	31,0	1,46	0,69	7,4	0,047	18,33
	7—20	3,42	1,8	0,12	73,7	24,0	1,45	0,55	7,1	0,088	33,33
17	0—2	4,10	3,8	0,19	119,98	25,0	2,31	1,24	7,6	0,100	9,17
	2—7	4,05	2,0	0,21	98,73	33,0	2,15	0,85	7,6	0,187	32,5
	7—20	0,02	2,3	0,10	113,12	20,0	1,62	0,98	7,3	0,140	6,0
13	0—2	2,5	3,45	0,15	128,55	50,0	1,62	1,03	7,8	0,101	7,33
	2—7	3,0	2,45	0,11	107,88	33,0	1,99	0,98	7,6	0,140	2,75
	7—20	3,96	2,9	0,11	83,98	24,0	2,01	0,94	7,0	0,100	5,0
11	0—2	3,01	3,05	0,14	115,86	33,0	2,09	1,01	7,2	0,012	4,67
	2—7	2,61	2,0	0,07	113,12	18	1,75	0,70	7,2	0,031	
	7—20	2,87	2,15	0,08	113,12	14	1,7	0,75	7,6	0,065	
9	0—2	3,0	2,3	0,11	116,55	30	3,22	0,93	8,4	0,033	5,25
	2—7	3,01	1,9	0,082	97,01	26	2,74	1,21	7,5	0,062	1,33
	7—20	4,0	2,15	0,074	99,71	22	2,43	1,07	7,7	0,057	0,42
7	0—2	3,0	2,8	0,094	95,28	24	2,25	1,25	7,1	0,182	6,67
	2—7	3,4	3,5	0,088	85,01	21	2,53	0,97	7,6	0,062	
	7—20	5,0	2,52	0,066	86,38	18	2,01	0,84	7,8	0,055	
5	0—2	4,28	4,4	0,189	72,67	31	2,41	1,04	8,0	0,020	3,25
	2—7	4,88	3,45	0,34	68,56	26	2,30	1,0	8,1	0,076	6,33
	7—20	4,04	2,3	0,074	44,56	21	2,0	1,25	8,0	0,042	0,75
3	0—2	2,5	1,65	0,10	58,96	22	2,49	0,91	7,2	0,231	12,92
	2—7	2,8	2,15	0,10	55,53	21	2,22	0,98	7,1	0,378	12,33
	7—20	3,02	1,6	0,11	56,56	20	1,81	0,99	7,1	0,468	14,16
2	0—2	4,08	3,2	0,11	76,10	22	2,7	1,65	7,5	0,30	4,58
	2—7	5,0	2,8	0,08	89,13	20	2,7	1,65	7,3	0,230	2,07
	7—20	3,0	2,8	0,06	135,4	18	2,39	0,81	7,3	0,382	1,08
1	0—2	2,26	3,2	0,13	116,55	22	2,43	1,37	7,6	0,055	3,33
	2—7	2,25	2,65	0,11	114,83	21	2,76	1,09	7,0	0,068	3,42
	7—20	3,0	2,65	0,10	116,6	20	3,11	1,49	7,6	0,079	16,24

Валовой состав грунтосмесей Коркинского железнодорожного

Возраст, лет	Глубина слоя, см	SiO ₂	SO ₄	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅
13	0—2	64,62	0,31	3,23	1,20	0,10
	2—7	63,17	0,24	3,90	1,22	0,16
	7—20	63,94	0,31	3,04	1,20	0,13
5	0—2	56,95	0,34	3,43	1,20	0,07
	2—7	64,42	0,38	3,52	1,20	0,11
	7—20	58,59	0,34	2,64	1,08	0,07

По почвенному профилю содержание подвижного калия увеличивается снизу вверх (табл. 9). Содержание подвижных форм железа и алюминия в грунтосмесях, по сравнению с зональной почвой, высокое, но с возрастом несколько снижается. Содержание СаСО₃ в грунтосмесях отвала колеблется в широком диапазоне. В нижних горизонтах 7- и 11-летнего участка он совсем отсутствует, а на самом старом участке его от 18,33 до 33,33%, что почти в 10 раз больше, чем в зональной почве (2,5%). Таким образом, по сравнению с зональной почвой, грунтосмеси отвала в основном карбонатные, за исключением упомянутых двух участков. Из всех проб 3 образца слабо засолены, остальные — незасоленные. рН водной вытяжки от 6,6 до 8,4, солевой — от 3,6 до 7,8.

Из табл. 10 валового состава грунтов видно, что содержание фосфора примерно такое же, как и в зональном черноземе, но почти весь фосфор находится в подвижной форме. Интересно отметить, что содержание валового железа колеблется от 2,64 до 3,9%, а в вытяжке Тамма подвижное железо от 1,45 до 3,22%. Это указывает на то, что от 60 до 95% железа в грунтосмесях находится также в подвижной форме. Доля алюминия, находящегося в подвижной форме, значительно меньше. По содержанию калия, кальция, магния, иона SO₄ железа и алюминия грунтосмеси отвала близки к зональным выщелоченным тяжело-суглинистым черноземам.

По результатам агрохимического анализа можно сделать вывод, что грунтосмеси серого цвета (алевролиты и аргиллиты с песчаником) по своим свойствам вполне пригодны для произрастания многих видов растений и близки к свойствам карбонатных суглинков.

На Коркинском железнодорожном отвале № 1 поселение высших растений наблюдается уже в первый год после отсыпки. Флористический список растительности отвала и встречаемость видов

отвала № 1 (% на сухое вещество)

MnO ₂	п.п.п.	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Сумма
0,19	13,0	1,17	2,48	0,94	2,49	9,35	99,98
0,20	11,37	0,83	2,20	0,58	2,24	13,80	99,99
0,18	11,40	1,17	2,30	2,62	1,82	10,93	99,94
0,16	14,73	1,08	2,23	1,26	2,16	16,37	99,98
0,15	12,70	1,10	2,21	3,38	1,66	9,15	99,97
0,22	10,10	1,20	2,06	3,98	1,66	8,01	99,95

приведены в табл. 11. На 1—2-летних участках формируются пионерные смешанные растительные группировки (в понимании А. Г. Воронова, 1963) с преобладанием сорных видов (67—68%), однолетников (до 52%) и двулетников (20—22%). Проективное покрытие поверхности отвала растительностью на этой стадии составляет 10—15%. С возрастом участка идет постепенное усложнение пионерных группировок за счет внедрения новых видов, особенно из числа многолетников. Увеличивается степень покрытия поверхности отвала растительностью. Однако при определенном стечении обстоятельств, уже на однолетних участках местами формируются почти чистые заросли кохии веничной (*Kohia scorpioides*), встречаемость которой до 100%. Другие виды (16) встречаются единично. Сопряженность видов (по формуле Коула-Василевич, 1961) на однолетних участках с зарослями кохии — 1 и лишь в паре кохия веничная — солянка холмовая наблюдается ослабление отрицательной корреляции (до 0,33). Обилие кохии с возрастом уменьшается, происходит поселение других видов, причем возможно временное снижение проективного покрытия поверхности отвала растительностью за счет уменьшения обилия и мощности развития кохии и недостаточно интенсивного разрастания других видов. На 5-летних участках отвала кохия встречается уже единично или в виде небольших куртин.

Длительность стадии пионерной растительной группировки 1—3 года, иногда до 5 лет. К этому времени на участках обычно уже формируются сложные растительные группировки: крупнотравянистые разнотравные и разнотравно-вейниково-донниковые: *Melilotus albus* (sp gr-cop₁) + *Calamagrostis epigeios* (sol gr-sp) + *Carduus nutans* (sp) + *Sonchus arvensis* (sol gr) — *Roegneria fibrosa* (sp) + *Linaria vulgaris* (sol gr) — *Tussilago farfara* (sp—sp gr), а также разнотравно-вейниково-полынные: *Artemisia absinthium* (sp gr-cop₁) + *Calamagrostis epigeios* (sol gr—sp) + *Cirsium arvense* (sol gr-sp) — *Poa pratensis* (sol gr-sp gr) + *Saussurea ama-*

Встречаемость наиболее распространенных видов растений на разновозрастных участках железнодорожного Коркинского отвала № 1, %

Вид	Возраст участков отвала, лет									
	1	2	5	7	9	11	13	15	17	19
Бескильница расставленная			7	5						
Бодяк полевой				30	35	35			30	
Будра плющевидная					5		5		10	
Вейник наземный				5	30	35	15	25	20	30
Вьюнок полевой			17	30		10	20	25	25	50
Горец птичий			33	10						
Девясил британский						5	25			
Девясил жестковолосый								30	35	
Донник белый			58	25	15	15	5			5
Дрема беловатая			35							
Звездчатка злчная									5	
Змееголовник тьяноцветковый						5		5	5	
Икотник серый			42	20	15	5			10	5
Кипрей					40	5			5	10
Клевер ползучий					10	20	35	30	10	25
Клубника							5	5		
Кохия веничная	100	80								
Лапчатка серебристая							10	10	5	20
Лапчатка прямостоячая						15	20	10	20	
Латук татарский			8	10	5					
Лебеда татарская		5								
Льнянка обыкновенная				5		30	15	10	20	
Люцерна хмелевидная				10	5	15		20	50	65
Мать-и-мачеха	5		25	20	40	40	35	10	5	5
Мелколепестник канадский			8				5			40
Мышиный горошек							5	5		
Мятлик луговой				5	25	25	50	50	60	65
Мятлик обыкновенный				5		10	10	5	10	10
Овсяница овечья								5		
Одуванчик лекарственный			8	30	25	40	35	45	35	65
Осот полевой						15		15	5	
Осот огородный										40
Паслен сладко-горький				5						
Пастернак дикий										
Полынь горькая		5	83	75	60	60	45	50	60	50
Пырей ползучий			25	15	25	35	60	25	30	45
Регнерия волокнистая							15	30		
Солянка русская	5	10	33	30		5				
Сосюра горькая				15	5	5	5	10		
Тростник обыкновенный		5								
Тысячелистник благородный					20	25	70	70	50	
Тысячелистник обыкновенный										35
Чертополох понижающийся			35	45	15	10	30			
Щавель курчатый				5						
Щетинник зеленый									5	5

га (sol gr-sp gr)—*Trifolium repens* (sp-sp gr). В этот период возрастает проективное покрытие поверхности отвала растительностью (60—80%) и задерненность (40—45%). Значительно увеличивается количество видов (с 18—25 до 36—42). Несколько изменяется биологический спектр растительности. Если на стадии пионерных группировок преобладают терофиты (45—52%), то в составе сложных растительных группировок их доля не превышает 10%, а видовое разнообразие обогащается за счет геофитов и гемикриптофитов; также увеличивается доля злаков с 8—14 до 22% и бобовых с 4—10 до 14% (табл. 12).

Начиная с 7-летних участков, на отвале встречены древесные растения. Наиболее обильны ивы, которые на отдельных участках (9—10-летних) образуют групповые заросли высотой 1—1,5 м. Единично встречаются березы и осины высотой до 1,5—2 м. По механическому составу и агрохимическим свойствам грунто-смеси отвала пригодны для поселения древесных растений. Обилие же их в составе растительности зависит от конкретных условий, сложившихся в данный момент на отвале (близость источников заноса семян, высота отвала, водный режим и др.). Высотой отвала и трудностью заноса семян, на наш взгляд, объясняется почти полное отсутствие древесной растительности на 3—5-летних участках.

Продолжительность стадии сложных растительных группировок (часто с подростом древесных растений) на Коркинском отвале № 1, как и на других железнодорожных отвалах Челябинского буроугольного бассейна, 5—7, даже до 10 лет. Для большинства участков на этой стадии характерна комплексная растительность. Ровная поверхность занята, в основном, злаками, понижения — зарослями мать-и-махечи; к понижениям же тяготеет древесная растительность. Бугры чаще всего не покрыты растительностью, а склоны их заняты крупнобурьянистым разнотравьем. Сложение растительных группировок очень неустойчивое, о чем свидетельствует отрицательная корреляция (часто до —1) между отдельными видами. Положительно коррелирует пырей ползучий (*Agropyrum repens*) с икотником серым (*Berteroa insepia*) и мятлик обыкновенный (*Poa trivialis*) с тысячелистником благородным (*Achillea nobilis*).

Качественное изменение фитоценозов, по сравнению с предыдущей стадией, наблюдается на 13—19-летних участках. На этих участках зафиксированы разнотравно-злаковые сложные фитоценозы с подростом древесных растений в виде одиночных берез и осин и групповых зарослей ив, приуроченных к понижениям рельефа. На 13—19-летних участках общее проективное покрытие поверхности отвала растительностью 70—80%, задерненность 60%. Незначительное повышение этих показателей на «старых» по возрасту участках связано с чрезмерным выпасом скота.

На стадии сложных фитоценозов, наряду с обилием, значительно возрастает встречаемость злаков (табл. 11), которые

Сравнительная характеристика флористического состава травяного Коркинского железнодорожного отгала № 1
(в числителе — число видов, в знаменателе — %)

Возраст участков, лет	Количество видов	Общее проективное покрытие, %	Компонентный состав растительности по группам видов															
			хозяйственные			биологические			фитоценоотические				экологические					
			злаки		бобовые	разнотравье	однолетники	двулетники	многолетники	луговые	лесостепные	сорные	степные	мезофиты	мезоксерофиты	ксерофиты		
			2	1	15	8	4	6	4	22,2	33,3	22,2	4	1	12	1	6	2
1	18	40—60	11,1	5,5	83,4	44,5	22,2	33,3				5,5	66,8	5,5	33,3	11,1	38,9	5,5
2	25	40—60	2	1	22	13	5	7				1	17	1	12	3	6	1
3	41	60—80	8,1	4,0	88,0	52,0	20,0	28,0				4,0	68,0	4,0	48,0	12,0	24,0	4,0
4	38	70—80	6	4	31	6	12	23				5	19	—	22	6	11	—
			14,6	9,7	75,7	14,6	29,2	56,2				12,0	46,5		53,7	14,6	26,7	—
			8	5	25	4	10	24				6	15	2	18	6	13	—
13	39	60—70	21,0	13,0	66,0	10,6	26,1	63,3				15,2	39,5	5,8	47,5	15,3	34,4	—
			8	5	26	3	12	24				5	15	2	19	8	12	—
			20,6	12,6	66,8	7,7	30,8	61,5				13,0	38,3	5,4	48,7	20,5	30,8	—
19	35	70—80	6	4	25	2	11	22				7	13	2	20	4	10	1
			17,1	11,4	71,5	5,7	31,5	62,8				20,0	37,2	5,6	57,2	11,4	28,5	2,9

образуют общий фон, что связано с их равномерным распределением. Наиболее высокая встречаемость у вейника наземного (50—60%), образующего местами почти чистые заросли. Высока встречаемость мятлика лугового и пырея ползучего (25—60%). Реже встречается мятлик обыкновенный, овсяница овечья и щетинник зеленый. Возрастает обилие и встречаемость бобовых, таких как клевер ползучий (встречаемость до 35%) и люцерна хмелевидная (до 65%).

Хотя по-прежнему между видами преобладает отрицательная сопряженность, тем не менее происходит ее ослабление по сравнению с более молодыми участками. Даже у такого сильного эдификатора, как вейник наземный, происходит ослабление отрицательной корреляции с тысячелистником благородным, икотником серым и клевером ползучим. Вейник на этих участках положительно коррелирует с люцерной хмелевидной (+0,17) и лапчаткой серебристой (+0,29). Мятлик обыкновенный имеет положительную сопряженность с 14 видами. Отрицательная корреляция свойственна растениям различных экобиоморф. В сложении фитоценозов 13—19-летних участков преобладают мезофиты (от 49 до 57%), остальную часть составляют мезоксерофиты (17—20%) и ксеромезофиты (от 21 до 30%). Между мезофитами и мезоксерофитами на этих участках, как правило, наблюдается отрицательная корреляция.

Хотя на 13—19-летних участках доминируют злаки и достаточно высока задерненность, а по структуре растительность сходна с деградированной растительностью зональных фитоценозов, но преобладание отрицательной сопряженности между видами, слагающими фитоценозы, указывает на неустойчивость растительных сообществ. Об этом же свидетельствует изменение величины этого коэффициента у одних и тех же видов. Так, на разных участках этой возрастной группы коэффициент сопряженности вейника наземного и люцерны хмелевидной изменяется от —0,84 до +0,28.

Наиболее важным показателем процесса почвообразования является содержание в первичной почве углерода и азота, т. е. элементов, исходно отсутствующих в большинстве горных пород. Однако в нашем случае исключить присутствие этих элементов в грунтосмесях невозможно, так как углерод (в виде угля) является тем полезным ископаемым, которое добывается на изучаемом месторождении. Как видно из результатов анализов (табл. 9), содержание углерода в породах даже 2-летнего возраста очень велико (более 2—3%), так же как значительно и содержание азота (более 0,1%).

Естественно, что содержание ископаемых углерода и азота в виде угля на разных участках отвала может несколько колебаться (не всегда закономерно). Поэтому оценка интенсивности процесса почвообразования под влиянием поселяющейся растительности может быть дана только качественно. Так в верхнем

Групповой и фракционный состав гумуса почвогрунтов Коркинского железнодорожного отвала № 1

Возраст, лет	Слой, см	С, % в гумусе почвенном	N, % в гумусе почвенном	C : N	С, % в кг	N, % в ГК	C : % в ГК	С, % в ФК	N, % в ФК	C : N в ФК	$\frac{C \text{ в } \text{ГК}}{C \text{ в } \text{ФК}}$	ГК в % от суммы	C, % в остатке почвы
Зональная почва	0—20	4,1	0,23	17,8	1,07/26,1	0,073	14,6	0,34/8,3	0,05	68,0	3,14	4,12	2,69/65,6
19	0—2	7,25	0,47	15,4	0,52/7,1	0,045	11,5	0,56/7,7	0,017	32,9	0,93	9,6	6,17/85,1
	2—7	2,4	0,21	11,4	0,24/10,0	0,014	17,1	0,18/7,5	0,003	60,0	1,33	10,3	1,98/82,5
	7—20	1,8	0,12	15,0	0,20/11,1	0,011	18,1	0,10/5,6	0,011	9,9	2,0	11,0	1,5/83,3
17	0—2	3,8	0,19	20,0	0,34/9,0	0,020	17,0	0,38/10	0,014	28,1	0,90	11,5	3,08/81,0
	2—7	2,0	0,21	9,5	0,12/6,0	0,011	10,9	0,18/9,0	0,011	16,3	0,67	15,5	1,7/85,0
	7—20	2,3	0,10	23,0	0,06/2,6	0,020	3,0	0,36/15,6	0,019	19,0	0,17	16,3	1,88/81,7
9	0—2	2,3	0,11	20,9	0,24/10,4	0,006	80,0	0,06/2,6	0,028	2,1	4,0	11,9	2,0/87,0
	2—7	1,9	0,082	23,1	0,072/3,8	0,006	12,0	0,17/8,9	0,028	6,1	0,42	12,2	1,66/87,3
	7—20	2,15	0,074	29,1	0,072/3,3	0,003	24,0	0,11/5,1	0,019	5,7	0,65	14,5	1,97/91,6
7	0—2	2,8	0,094	29,8	0,19/6,8	0,008	23,7	0,17/6,0	0,058	3,2	1,12	11,6	2,44/87,2
	2—7	3,5	0,088	39,8	0,11/3,1	0,008	13,7	0,13/3,7	0,058	2,4	0,85	14,5	3,26/93,2
	7—20	2,52	0,066	38,2	0,048/1,9	0,003	16,0	0,25/1,00	0,019	13,1	0,19	12,5	2,22/88,1
1	0—2	3,2	0,13	24,6	0,084/2,6	0,008	10,5	0,28/8,7	0,082	3,4	0,3	10,8	2,84/88,7
	2—7	2,65	0,11	24,1	0,24/9,0	0,008	30,0	—	0,064	—	—	15,0	2,41/91,0
	7—20	2,65	0,10	26,5	0,048/1,8	0,006	8,0	0,01/0,3	0,022	0,5	4,8	24,5	2,59/97,9

слое почвогрунта содержание С и N почти во всех разрезах выше, чем в нижних (в 9 разрезах из 11), что указывает на накопление в результате жизнедеятельности поселяющихся растений. Можно отметить и общую тенденцию нарастания С и N с увеличением времени почвообразования. Весьма четко прослеживается сходство кривых накопления по годам, что указывает на их биогенное происхождение. Величина С:N показывает также общую обедненность молодых первичных почв азотом, которая лишь к 17—19 годам почвообразования несколько уменьшается, приближаясь к показателям зональной почвы. Скорость накопления углерода в год составляет 0,2 т/га, азота — 0—12 т/га.

Об особенностях образующихся гумусовых веществ угольного и современного растительного происхождения говорят результаты группового состава гумуса (табл. 13). На молодых участках в верхних горизонтах преобладают фульвокислоты (ФК), на 7 и 9-летнем в самом верхнем слое (0—2 см) они уже уступают место гуминовым (ГК), но ниже по профилю по-прежнему сохраняют преобладание. На 17- и 19-летнем участке доля ГК в почвах увеличивается, но все же не достигает зонального отношения. Это говорит о том, что гумус молодых почв отличается по отношению основных групп гумусовых кислот. Отношение оптических плотностей, измеренное по E_{465} и E_{665} , также указывает на различия гуминовых кислот вновь формирующихся и зональных почв. Гуминовые кислоты молодых почв и сами молоды. Из распределения отношения E_4 к E_6 по профилю почв и во времени видно, что с увеличением возраста почвы намечается тенденция к «вызреванию» гуминовых кислот, но к 19 годам эти процессы еще не закончены.

При сравнении процессов зарастания с процессом накопления С и N прослеживается следующая картина. Кривые азота и углерода синхронны. Графики имеют вид пилообразной кривой, которые с возрастом участков имеют тенденцию к повышению. Максимальные точки кривой накопления азота и углерода наблюдаются на 5, 15 и 19-летних участках; минимальные — на 3, 9, и 17-летних.

Все разнообразие растительности на 5-летнем участке создает разнотравно-бобовую сложную группировку при доминировании донника белого (—сор₂—сор₁) с встречаемостью 58%. Из 6 видов злаков, которые отмечены редко и единично, лишь пырей ползучий имеет встречаемость 25%. Встречаемость остальных видов разнотравья, представленного множеством видов, колеблется от 10 до 75%. Проективное покрытие велико (80—90), причем на долю растений первого яруса приходится 60% покрытия поверхности отвала, а из них на долю донника белого не менее 40—45%. Такое преобладание известного азотфиксатора — донника белого, вероятно, обеспечивает накопление азота и углерода в первичной почве.

На 15-летнем участке фон злаковый и доминантами являются

злаки. Из 7 встреченных видов (20,6%) преобладают мятлик луговой (сорн, встречаемость 50%), регнерия волокнистая (30%) и вейник наземный (25%). Из бобовых отмечено 5 видов (14,6% от общего числа), при наибольшем участии клевера ползучего (встречаемость 30%) и люцерны хмелевидной (20%). Общее проективное покрытие 60—80%, задерненность довольно высока (50—60%). На этом участке сформировался довольно устойчивый бобово-злаковый фитоценоз, обеспечивающий накопление азота и углерода в почве.

На 19-летнем участке задерненность (60—80%) и проективное покрытие (70—80%) еще выше. Хотя доля злаков (17,1%) и бобовых (11,4%) от общего количества видов, встреченных на этом участке, меньше, чем на 15-летнем, все же по обилию и встречаемости они преобладают над разнотравьем. Достаточно большое участие вейника наземного (встречаемость 30%), мятлика лугового (65%), люцерны хмелевидной (65%), клевера ползучего (25%) и др. способствует интенсивному накоплению азота и углерода в формирующейся почве.

В ряду 7, 9, 11, 13 и 17-летних участков накопление азота и углерода растет с увеличением возраста участков, но менее интенсивно по сравнению с рассмотренным рядом 5, 15 и 19-летних участков. Это, на наш взгляд, объясняется тем, что хотя на всех участках эдификаторами являются те же злаки, все же в первом ряду участков велика доля крупнобурьянистого разнотравья. При этом уже на 7-летнем участке наблюдалось появление древесных растений, таких как береза бородавчатая, осина и ива козья.

На 9-летнем же участке 50% его покрытия приходится на долю древесных, среди которых преобладает ива козья, а у осины и березы остается треть — четверть общего проективного покрытия древесных растений. Вследствие выпаса животных большая часть их имеет форму кустарников высотой 50—100 см и лишь отдельные березы достигают 1,0—1,5 м. Преобладание на 9-летнем участке крупно-бурьянистого разнотравья и ив дает основание предположить, что именно этим обусловлено пониженное содержание азота и углерода в первичной почве этого участка. Важнейшее свойство древесной растительности состоит в том, что она, не отмирая ежегодно, не возвращает полностью полученные ею элементы питания в среду обитания — почву, а задерживает их в своих многолетних органах, как бы «консервируя» их. Тем же можно объяснить относительно низкое содержание N и C в почвах на 11, 13, 17-летних участках.

Параллельный анализ процессов зарастания разновозрастных участков и накопления углерода и азота в их первичных почвах показывает, что на начальный почвообразовательный процесс наиболее сильное влияние оказывают злаки и бобовые, меньшее — разнотравье и древесные. Оба процесса — естественное зарастание и почвообразование — происходят в тесной взаимосвязи.

На Коркинском железнодорожном отвале № 2 много участков

с самовозгоревшимися прослойками угля. Термический режим отвала исследован Ю. И. Денисовым (1973), который показал, что температура пород отвала в слое до 1 м держится в пределах 25—100°С, при преобладании 25—50°С. Часть грунтосмесей засолены; тип засоления хлоридно-сульфатный. Реакция среды слабощелочная, обеспеченность подвижными формами фосфора и калия высокая.

По состоянию естественной растительности территорию отвала можно подразделить на отдельные участки. На участках 1—6-летнего возраста много очагов самовозгорания. Растительность здесь отсутствует или представлена единичными растениями и небольшими куртинами, чаще всего — кохией веничной. Вне очагов преобладают виды сорного разнотравья (чертополох поникающий, солянки и др.), очень редко встречается вейник наземный. Общее проективное покрытие поверхности растительностью не более 10%.

С увеличением возраста участков количество очагов самовозгорания уменьшается и происходит разрастание имеющихся куртин многолетних растений. Общее проективное покрытие постепенно увеличивается, достигая к 10-летнему возрасту 30—40%. Распределение растительности групповое, в виде пятен преимущественно крупнобурьянистого разнотравья. Реже встречаются куртины донника белого, клевера ползучего и некоторых злаков (вейник наземный, бескильница Гаупта, пырей ползучий, критезион гривастый и др.). Из древесных растений единично встречается ива козья.

Растительность 12—15-летних участков также разрежена и приурочена в основном к мезо- и микропонижениям, где проективное покрытие достигает 80—90% (задерненность лишь 40—50%). Однако общее проективное покрытие поверхности отвала растительностью не превышает 40—50%, распределение групповое. Аспект создает полынь горькая, высока встречаемость кохии веничной и солянки холмовой (50—60%). Как и на 10-летних участках, встречаются куртины перечисленных видов злаков и бобовых.

Анализ флористического состава травостоя на отвале № 2 показывает преобладание разнотравья (от 64 до 86%), около половины видов (из 22—25) составляют одно- и двулетники, большинство видов (50—54%) — сорные растения. На 12—15-летних участках единично попадают ива козья, осина, березы бородавчатая и пушистая высотой до 2—3 м.

Сравнение породного состава грунтов и характера естественного зарастания Коркинских железнодорожных отвалов № 1 и 2 показывает, что рекультивационные мероприятия для них будут различны. Биологическая рекультивация на всей площади отвала № 1 возможна без нанесения слоя почвы. Старую часть отвала можно рекомендовать под сельскохозяйственную рекультивацию после соответствующей горнотехнической подготовки территории

**Валовой состав грунтосмесей Красносельского железнодорожного отвала,
% на сухое вещество**

Грунто- смесь	Возраст, лет	Глубина горизон- та, см	SiO ₂	SO ₄	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	п.п.п.	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Сумма
Серая	5	0—2	57,99	0,89	4,42	1,24	0,12	0,15	13,04	0,66	2,91	3,36	1,68	13,52	99,98
		2—7	58,22	2,33	4,19	1,06	0,08	0,25	14,76	0,88	3,51	3,68	1,96	9,07	99,89
		7—20	56,22	1,44	4,84	1,22	0,07	0,21	16,60	0,75	3,31	2,24	2,10	10,98	99,98
Желтая	5	0—2	59,06	2,74	4,51	1,24	0,07	0,15	11,61	0,83	2,40	3,59	2,66	11,13	99,99
		2—7	53,26	2,47	4,01	1,32	0,07	0,15	10,73	0,62	3,02	2,65	1,99	19,70	99,99
		7—20	62,52	1,68	3,24	1,10	0,09	0,15	10,52	1,06	2,24	1,63	2,80	12,73	99,96
Серая	14	0—2	63,75	0,62	3,69	1,02	0,20	0,15	11,00	0,71	2,94	2,09	1,54	12,33	99,98
		2—7	65,45	0,82	4,04	0,90	0,11	0,23	11,70	1,00	2,70	3,52	1,12	8,38	99,97
		7—20	68,40	0,21	3,81	0,95	0,04	0,15	9,33	0,65	3,10	2,26	2,38	8,70	99,98
Желтая	14	0—2	58,62	0,69	4,32	1,06	0,08	0,19	16,64	0,63	2,93	6,14	1,12	7,54	99,96
		2—7	65,78	0,55	3,50	0,96	0,17	0,30	12,68	0,85	2,78	3,59	0,84	7,97	99,97
		7—20	57,20	3,21	4,08	1,08	0,17	0,11	13,30	0,96	2,39	1,83	1,40	14,25	99,97

(сплошная планировка, очистка от крупных камней и др.). На некоторых участках, где сформировались древесные растительные группировки, целесообразно сохранить их как защитные и вообще часть площади занять полезными лесонасаждениями. На первом этапе сельскохозяйственной рекультивации следует предусмотреть посев многолетних трав (злаков и бобовых) районированных сортов.

Отвал № 2 по агрохимическим свойствам грунтосмесей менее пригоден для биологической рекультивации, чем отвал № 1. Естественное зарастание его идет чрезвычайно медленно, значительные площади занимают очаги самовозгорания, где невозможно поселение растений. Рыхлый и пятнистый растительный покров, возникший вследствие самозарастания, длительное время не будет иметь не только хозяйственного, но и защитного, санитарного значения. Имея высоту 60—90 м, этот отвал будет служить источником загрязнения атмосферы, вод и окружающих почв. Проведение рекультивации на территории отвала № 2 диктуется не только хозяйственной (изъято из сельскохозяйственного пользования свыше 600 га пахотной земли), но и природоохранной и санитарной необходимостью. Рекультивация этого отвала невозможна без ликвидации очагов самовозгорания и нанесения плодородного слоя грунта толщиной не менее 1 м. Для сельскохозяйственной рекультивации потребуется сплошная планировка и покрывающий грунт достаточно хорошего качества, преимущественно из группы потенциально плодородных с небольшой примесью индифферентных (по классификации Денисова, 1969). При лесной рекультивации допустима грубая планировка только с целью упорядочения существующих террасовидных повышений. На старых участках отвала (свыше 15-летнего возраста), при посадках саженцев деревьев и кустарников можно рекомендовать подсыпку почвы или плодородного грунта в посадочные ямы или траншеи.

Учитывая отсутствие в окрестностях г. Коркино необходимого количества почвы и плодородных грунтов для нанесения на отвалы Коркинского разреза, при проектировании рекультивационных работ целесообразно рассмотреть возможность использования грунтов со старых отвалов (северо-западный отвал, старая часть железнодорожного отвала № 1 засыпки 1952—1962 гг.). Кроме того, в работе Ю. И. Денисова (1973) рассматривается возможность использования Коркинского железнодорожного отвала № 2 (участки с повышенной термической активностью) для постройки теплиц («тепличная рекультивация»).

В составе Красносельского железнодорожного отвала Кичигинского месторождения преобладают грунтосмеси двух цветов: желтого (смесь суглинков, глин, ожелезненных песков), серого (смесь аргиллитов, алевролитов и песчаников). По физическим свойствам обе разновидности близки к зональным выщелоченным черноземам. Объемный вес их колеблется в пределах 0,9—1,22,

Химический анализ серых грунтосмесей Красносельского железнодорожного отвала

Возраст, лет	Глубина слоя, см	Н ₂ О гигроскопическая %	Гумус, %	С, %	N, %	C : N	СО ₂ натрий, %	Оснований,				SO ₃ , %	РН солевая	Сухой остаток, %
								Fe ₂ O ₃ , %	Al ₂ O ₃ , %	P ₂ O ₅ , мг/100 г.	K ₂ O, мг/100 г.			
0	0-2	1,60	1,98	1,15	0,64	18	2,51	12,49	26,40	11,05	11,22	6,77	7,00	0,89
	2-7	2,13	1,63	0,95	0,053	14	2,71	12,92	26,47	11,52	11,11	0,90	6,95	1,05
	7-20	1,96	1,63	0,95	0,046	20	2,71	12,75	26,52	11,52	10,71	1,30	6,95	0,62
1	0-2	1,53	1,03	0,60	0,071	9	1,89	11,72	26,01	14,92	10,10	0,82	7,20	0,82
	2-7	2,25	1,36	0,79	0,045	17	1,61	12,15	25,68	14,85	9,09	1,12	7,15	1,15
	7-20	1,55	1,30	0,79	0,044	17	0,83	12,11	25,82	20,52	7,07	1,22	7,25	1,23
3	0-2	1,42	1,72	1,00	0,089	11	2,15	11,54	25,63	2,93	18,18	0,77	5,85	0,66
	2-7	1,86	1,72	1,00	0,073	13	2,80	11,78	25,69	2,93	11,22	1,82	6,80	0,72
	7-20	1,91	1,63	0,95	0,053	14	2,80	11,63	25,63	2,95	10,20	2,15	5,80	0,94
5	0-2	1,95	2,06	1,20	0,087	13,72	2,75	11,78	26,01	7,93	31,62	0,65	6,25	0,78
	2-7	2,24	2,75	1,60	0,077	20	3,60	11,78	25,49	9,72	17,34	1,27	6,25	0,98
	7-20	2,10	2,75	1,60	0,071	21	3,30	11,20	25,49	9,74	9,18	1,60	6,35	1,22
7	0-2	1,43	2,06	1,20	0,069	17	5,11	11,28	25,38	16,50	26,77	0,40	7,25	0,17
	2-7	1,22	1,89	1,10	0,057	19	4,54	12,03	25,61	19,19	20,54	0,40	7,20	0,18
	7-20	1,38	2,06	1,20	0,057	21	4,42	11,92	26,57	20,54	10,10	0,42	6,50	0,24
9	0-2	2,41	3,09	1,80	0,102	17	2,28	11,28	24,53	5,81	40,48	0,90	5,95	0,24
	2-7	2,11	1,70	0,98	0,089	11	2,40	11,12	24,71	7,92	36,72	1,17	6,40	2,24
	7-20	2,78	3,26	1,90	0,087	19	2,20	11,32	24,53	18,50	17,75	1,75	7,75	0,30
11	0-2	1,86	2,06	1,20	0,105	11	3,08	11,87	24,43	12,31	51,51	0,37	7,05	0,29
	2-7	1,54	1,72	1,00	0,076	13	1,55	12,45	24,72	12,29	34,34	0,37	7,15	0,26
	7-20	2,22	1,38	0,79	0,063	12,5	2,41	12,14	24,43	12,35	16,32	0,37	7,25	0,29
14	0-2	2,23	3,09	1,80	0,103	16	4,26	11,35	24,57	15,52	53,04	0,69	6,6	0,21
	2-7	1,99	1,98	1,45	0,075	15	2,35	11,97	24,81	16,68	32,83	0,57	5,65	0,22
	7-20	2,20	2,06	1,20	0,051	22	2,68	12,62	24,80	18,51	23,46	0,51	66	0,33

по механическому составу это легкие, средние и тяжелые суглинки. При сравнении валового состава грунтосмесей (табл. 14) с валовым составом почв основных почвенных типов можно заметить, что и серые и желтые грунтосмеси содержат несколько меньше SiO_2 и в 2—3 раза больше SO_3 . Остальные определяемые элементы содержатся в пределах их средних значений.

В серых грунтосмесях (табл. 15) pH колеблется от 5,6 до 7,25, т. е. от кислой до слабощелочной, причем 60% проб имеют слабокислую и нейтральную реакцию (табл. 15). Содержание подвижного фосфора колеблется по участкам от 20,5 до 2,95 мг/100, причем низкую обеспеченность доступным фосфором имеет 12,5% проб, остальные — среднюю. Обеспеченность доступным калием — средняя и высокая. Содержание подвижных форм железа 26,5—24,5 мг/100 г. Подвижные формы Fe_2O_3 составляют 0,5—0,6% всего валового содержания железа, т. е. оно в основном находится в виде сложных минералов. Содержание подвижных форм Al_2O_3 колеблется от 11,12 до 12,91 мг/100 г и составляет 0,12% от валового запаса. Почвы основных зональных типов имеют содержание SO_3 от 0,20 до 0,28%, тогда как в изучаемых серых грунтосмесях оно колеблется от 0,37% до 1,75, т. е. выше в 2—6 раз, 50% проб серых грунтосмесей — незасоленные, а остальные дают слабое и среднее засоление; тип засоления — сульфатно-хлоридный. Содержание карбонатов в серых грунтосмесях колеблется от 1,83 до 9,67%, при среднем 2—3%, причем 83% проб некарбонатные.

В желтых грунтосмесях (табл. 16) pH колеблется от 4,5 до 7,2, причем кислую реакцию имеют 50, а слабощелочную 12,5% проб. Содержание подвижного фосфора в них колеблется от 6,5 до 26,5 мг/100 г; более старые участки отвалов имеют высокую, молодые — низкую обеспеченность фосфатами. Обеспеченность подвижным калием высокая. Содержание подвижных Fe_2O_3 и Al_2O_3 составляет незначительную величину от валового запаса (соответственно 0,32 и 0,14%). В изучаемых желтых грунтосмесях содержание SO_3 колеблется от 0,08 до 2,05%, причем у 37% проб оно достигает более 1,00%, что превышает содержание в зональных почвах в 4 раза. Половина проб слабо-, остальные — среднезасолены. Тип засоления сульфатно-хлоридный. Желтые грунтосмеси практически некарбонатны.

Таким образом, можно сделать вывод, что серые грунтосмеси, по сравнению с желтыми, несколько легче по механическому составу, менее кислые, лучше обеспечены P_2O_5 и K_2O , меньше засолены, содержат больше подвижных форм Fe_2O_3 и меньше Al_2O_3 . Содержание SO_3 у обеих разновидностей грунтосмесей в несколько раз выше средних значений в почвах, что объясняется засолением грунтов.

Естественное зарастание Красносельского отвала изучалось на участках в возрасте 1, 3, 5, 7, 9, 11 и 14 лет. На нем очень четко прослеживается этапность сукцессионного процесса, состоящего из двух фаз (Воронов, 1963, 1973): постепенного формирования

Химический анализ желтых грунтосмесей железнодорожного отвала Красносельского разреза № 7

Возраст, лет	Глубина слоя, см	Н ₂ О гигро-скопическая, %	Гумус, %	С, %	N, %	C : N	С _{ор} карбо-наты, %	SO ₂ , %	Оснований				pH солевой вытяжки	Сухой остаток, %
									Fe ₂ O ₃ , %	Al ₂ O ₃ , %	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г		
0	0-2	1,56	0,63	0,25	0,054	4,6	2,24	0,20	17,54	16,65	7,84	10,10	6,95	0,62
	2-7	1,54	0,63	0,25	0,049	5	1,38	0,28	17,54	16,36	7,92	10,10	7,20	0,64
	7-20	2,20	0,63	0,25	0,030	8	1,05	0,55	18,32	16,70	15,51	10,10	7,10	0,65
1	0-2	1,78	1,03	0,60	0,045	13	1,81	0,13	16,87	16,64	11,51	11,22	0,85	0,69
	2-7	1,83	1,03	0,60	0,031	19	1,69	0,18	17,21	16,70	18,54	11,11	6,45	0,67
	7-20	1,83	1,07	0,62	0,029	21	1,21	0,19	16,78	16,89	23,01	16,65	6,95	0,80
3	0-2	2,59	1,03	0,60	0,057	10	1,76	1,87	16,24	16,48	7,93	19,38	6,45	1,15
	2-7	1,14	1,03	0,60	0,041	41	1,72	1,97	16,97	16,48	7,94	10,10	5,85	1,20
	7-20	1,84	1,07	0,62	0,041	15	1,47	2,05	16,93	17,40	12,13	9,09	5,95	1,22
5	0-2	1,72	1,00	0,58	0,044	13	0,65	0,65	17,24	14,41	6,51	11,11	4,50	1,27
	2-7	2,30	0,72	0,42	0,038	11	1,73	1,33	17,98	12,48	7,94	7,14	4,75	1,46
	7-20	2,19	1,20	0,70	0,031	22	1,54	1,60	17,73	14,41	7,88	7,12	4,50	1,59
7	0-2	2,25	0,86	0,50	0,042	12	1,08	0,75	15,34	14,43	12,02	19,38	5,65	1,27
	2-7	2,19	0,86	0,50	0,039	12	1,08	1,19	16,07	13,90	16,51	15,30	5,20	0,92
	7-20	1,62	0,63	0,25	0,026	9	0,82	1,22	16,13	14,57	16,51	15,15	5,70	1,57
9	0-2	1,89	0,52	0,30	0,060	5	0,51	0,13	16,01	11,55	23,21	17,85	5,90	1,20
	2-7	1,54	0,34	0,20	0,038	5	0,61	0,20	16,38	11,55	25,20	11,62	5,60	1,39
	7-20	1,84	0,63	0,25	0,029	8,9	0,36	0,08	16,04	14,49	26,50	9,18	5,95	1,60
11	0-2	2,36	0,86	0,50	0,071	7	1,20	0,21	14,87	12,43	20,51	24,48	7,27	0,68
	2-7	1,02	0,52	0,30	0,035	8	0,40	0,24	15,45	12,72	25,20	10,10	5,95	0,70
	7-20	1,66	0,52	0,30	0,031	9	0,20	0,32	15,54	12,43	25,72	7,57	5,80	0,66
14	0-2	2,43	1,20	0,70	0,105	6,6	2,08	0,30	16,03	12,37	16,51	67,32	6,95	0,47
	2-7	2,29	0,86	0,50	0,059	8,5	1,25	0,25	15,92	12,37	16,57	40,80	7,00	0,73
	7-20	2,20	0,83	0,50	0,057	8,5	1,70	0,87	15,24	12,89	16,49	20,40	6,85	0,93

открытого фитоценоза на площади, полностью лишенной высшей растительности, и смене одного сложившегося фитоценоза другим. В основном сукцессионные явления на участках до 11 лет характеризуют первую фазу сингенеза и только самые старые участки (11 и 14 лет) свидетельствуют о начале второй фазы.

На действующем отвале растительность отсутствует, но уже однолетний участок покрыт зарослями солянки — *Salsola collina* (Pall) (Sol gr-sp gr), разбросанными пятнами. Общее проективное покрытие ими поверхности отвала всего 30—40%. Вскоре же начинается формироваться злаково(пырейно)-разнотравно-солянковая группировка (3-летний участок). Фон ее создает та же солянка (cor₁ gr-cor₁), проективное покрытие 40%, но много разнотравья — *Artemisia absinthium* (Sol gr-sp), *Aster tripolium* (Sol-sp), *Atriplex tatarica*, появляются куртины пырея — *Agropyrum repens* (Sol cum-sp cum), являющегося сильным эдификатором. Состав видов, впрочем, случаен (из 18 встречающихся 50% составляют сорные), общее проективное покрытие 60—70%.

На 5-летнем участке этот показатель возрастает до 80—90% и та же злаково-разнотравно-солянковая группировка усложняется. Значительные пятна еще образуют заросли солянки (sp gr) с проективным покрытием 23—25%, однако общий фон уже создают разнотравье и злаки, располагающиеся куртинами, диаметром до нескольких метров: пырей (Sol gr-sp gr), *Atriplex nitens* (cor₁-sp), *Saussurea amara* — (Sol gr-sp gr). Появляются новые виды разнотравья *Polygonum aviculare* (Sol gr), *Solanum dulcamara* (Sol), *Tussilago farfara* (Sol gr-sp gr), бобовых — *Medicago lupulina* (Sp-sp gr), *Melilotus albus* (Sol gr) и злаков — *Festuca ovina* (Sol-sol cum). Доля участия сорных видов в сложении растительного покрова все еще значительна (48%). Всего на участке отмечено 27 видов.

На 7-летнем участке встречаются единичные древесные растения (береза бородавчатая, осина, ива козья) высотой 1,5—2 м. Распределение растительности довольно равномерное. Наблюдается комплексность: куртины злаков расположены в микропонижениях, а на возвышениях разнотравье с преобладанием *Saussurea amara* (проективное покрытие 20%), *Artemisia absinthium* и др. Из злаков наиболее обильны вейник наземный (Sp gr-cor₁gr) и пырей (Sp gr-cor₁), проективное покрытие последнего достигает 35%. Общее проективное покрытие 80—90%. Появляются новые виды разнотравья (*Achillea millefolium* (Sp), злаков (*Poa pratensis* (Sol gr-sp), бобовых (*Vicia tenuifolia* (Sol gr-sp) и др. Всего зафиксировано 30 видов.

На 9-летнем участке сформировались заросли ивы козьей (cor₁) с единично встречающимися березой бородавчатой (Sol-sp), осиной (Sol), лохом серебристым (Sol) и сосной (Un). Промежутки между деревьями заняты зарослями вейника наземного (Sp gr-cor₁gr, проективное покрытие 50%) с примесью разнотравья, общее проективное покрытие 80—90%. Общее проективное покрытие

тие древесной растительностью 50—60%, в понижениях — 100%. Семена древесных заносятся с близко расположенной лесополосы. Этот участок можно классифицировать как уже фитоценоз, но открытый, так как в его состав возможно свободное внедрение новых видов и неизбежно выпадение части других, особенно из числа сорного разнотравья.

11-летний участок подвержен интенсивному выпасу скота, что задержало развитие его растительности. Сформировались разнотравно-злаковые открытые фитоценозы с единичным подростом и порослью ивы козьей, березы, сосны, их высота 0,5—0,8 м, сильно повреждены скотом. Травостой низкий, также сильно стравлен. Общий фон создают пятна вейника наземного (*Sp gr—cor₁ gr*, покрытие 30%), встречаются куртины пырея (*Sp gr—Sol gr*), *Poa pratensis* (*Sol gr*), *Atropis distans* (*Sol gr*). Общее проективное покрытие 50—60%.

14-летний участок также подвержен выпасу скота, в силу чего в его составе заметно возросло число видов сорного разнотравья и однолетников, хотя они все имеют низкий балл обилия. Сформировался разнотравно-бобово-злаковый сложный фитоценоз с одиночными кустами березы, осины и ивы козьей, все они повреждены скотом. Травостой низкий, но богатый по видовому составу (38 видов). Ясно выделяются пятна пырея (*Sp gr*) и вейника (*Sp gr Cor₁*), покрытие 25%, из разнотравья *Achillea millefolium* (*Sp gr*). Общее проективное покрытие растительностью 70—80%.

Анализ видовых списков растений (табл. 17) показывает, что флора отвала представлена 60 видами из 19 семейств. Суммарно однолетники составляют 21,6%, а двулетники и многолетники соответственно 21,8 и 56,8%. Хотя однолетники и двулетники присутствуют на всех участках, но обилие их в сумме невелико. Наиболее обильны травянистые многолетники на старых 7—14-летних участках. С первых же лет, наряду с однолетниками, на отвалах поселяются многолетники, но по обилию и фитомассе в травостое первоначально преобладают однолетники. С возрастом роль многолетников повышается, и с 3-года сингенеза многолетние злаки уже занимают заметное место в сложении первичного фитоценоза, выступая эдификаторами, а с 7 лет являются доминантами. Видовой состав их довольно разнообразен, но все они преимущественно из группы длиннокорневищных (пырей, вейник наземный). Доля однолетников с 1-го по 5-й год постепенно снижается, уменьшается их масса и обилие. К 10—15 годам формируются разнотравно-злаковые и разнотравно-бобово-злаковые сложные растительные сообщества. Хотя доминируют злаки, но в этот период, наряду с длиннокорневищными, значительную массу и обилие дают короткокорневищные, рыхлокустовые и плотнокустовые. В мезофитных микрогруппировках доминантами выступают рыхлокустовые, в основном мятлики, а в ксерофитных — плотнокустовые, например типчак и овсяница овечья. По мере формирования растительных сообществ снижается роль семенного размножения и

Таблица 17

Сравнительная характеристика флористического состава Красносельского железнодорожного отвала
(в числителе — количество видов, в знаменателе — %)

Возраст участка, лет	Общее проективное по- крытие, %	Задерненность, %	Количество видов	Количество видов по составу компонентов												
				ботанический			биологический			фитоценотический			экологический			
				злаки	бобовые	разнотравье	терофиты	гемикрипто- фиты	геофиты	луговые	лугово-степ- ные	сopные	мезофиты	ксеромезо- фиты	мезоксерофиты	ксерофиты
1	30—40	20	27	$\frac{3}{11}$	нет	$\frac{24}{89}$	$\frac{6}{22}$	$\frac{9}{33}$	$\frac{12}{45}$	$\frac{4}{14}$	$\frac{16}{61}$	$\frac{7}{25}$	$\frac{11}{42}$	$\frac{6}{22}$	$\frac{7}{25}$	$\frac{3}{11}$
3	60	40	27	$\frac{3}{11}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{22}{82}$	$\frac{9}{33}$	$\frac{9}{33}$	$\frac{9}{34}$	$\frac{4}{14}$	$\frac{12}{45}$	$\frac{11}{41}$	$\frac{14}{54}$	$\frac{8}{28}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{3}{11}$
6	80	70	36	$\frac{4}{11}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{29}{81}$	$\frac{5}{13}$	$\frac{15}{39}$	$\frac{16}{48}$	$\frac{10}{27}$	$\frac{13}{36,5}$	$\frac{13}{36,5}$	$\frac{14}{39}$	$\frac{9}{25,5}$	$\frac{3}{8,5}$	$\frac{10}{27}$
7	80—90	70—80	30	$\frac{4}{13}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{23}{77}$	$\frac{6}{20}$	$\frac{12}{40}$	$\frac{12}{40}$	$\frac{6}{20}$	$\frac{4}{13}$	$\frac{20}{67}$	$\frac{20}{67}$	$\frac{4}{13}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{3}{10}$
9	80—90	80—90	22	$\frac{4}{18}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{15}{68}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{11}{50}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{6}{28}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{13}{58}$	$\frac{16}{73}$	$\frac{1}{4,5}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{1}{4,5}$
11	50—60	50—60	22	$\frac{3}{14}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{15}{68}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{15}{68}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{8}{36}$	$\frac{14}{64}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{9}$
14	70	70	38	$\frac{4}{10,5}$	$\frac{4}{10,5}$	$\frac{30}{79}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{17}{44}$	$\frac{13}{35}$	$\frac{9}{23}$	$\frac{9}{23}$	$\frac{20}{54}$	$\frac{19}{50}$	$\frac{7}{18}$	$\frac{3}{7,5}$	$\frac{3}{7,5}$

возрастает роль вегетативного. Вытеснение однолетников идет вследствие разрастания куртин видов с интенсивным вегетативным размножением.

По способу распространения семян (классификация Р. Е. Левиной, 1957) большинство представленных на отвале видов являются гемиянемохорами (34%) и анемохорами. Семенные зачатки заносятся на отвал с окружающих полей и лугов, а семена древесных растений с близкорасположенной лесной полосы и прибрежных зарослей ивы в долине р. Увелька.

Следует отметить, что на Красносельском отвале преобладают травянистые растительные сообщества. Но на подобных грунто-смесях при определенных обстоятельствах (благоприятные условия увлажнения и заноса семян, отсутствие выпаса скота) возможно формирование растительного покрова с доминированием древесных (береза, сосна) и кустарниковых видов (всего отмечено 6 видов). Об этом свидетельствует более или менее интенсивное зарастание участков отвала деревьями и кустарниками. По обилию первое место занимает пока еще ива козья. На террасе 9-летнего возраста ее проективное покрытие 50—60%.

По экологическим группам виды отвалов распределены следующим образом: мезофиты 43,3%, ксеромезофиты — 31,6, ксерофиты — 6,7, галофиты — 10,7%. Последние участвуют преимущественно в сложении растительных сообществ молодых участков отвала, свидетельствуя об исходном засолении грунтосмесей, что подтверждается агрохимическими данными. Солянка холмовая доминирует только на 1—5-летних участках.

По зонально-ландшафтной характеристике преобладают луговые виды, но доля участия лесостепных и степных видов также значительна. На всех участках довольно высок процент сорных видов (25—67). Высокая доля участия сорняков в сложении растительного покрова на 1—5-летних участках естественна, так как они имеют высокую энергию семенного возобновления и на пустых пространствах, не испытывая конкурентного влияния других видов, быстро захватывают территорию. Часто на молодых участках высок и балл их обилия. Старые же участки отвалов (7—14-летние) содержат в составе растительности много сорных видов вследствие интенсивного выпаса скота. Хотя серые и желтые грунтосмеси Красносельских отвалов по агрохимическим показателям (табл. 15 и 16) несколько различаются (желтые более засолены и кислее), зарастание их идет в принципе по общей схеме. Впрочем, желтые лучше и быстрее заселяются древесными растениями.

Процессы почвообразования прослеживались нами отдельно на серых и желтых грунтосмесях. Из приведенных данных (табл. 14, 15, 16, 18, 19) видно, что накопление углерода (гумуса) идет заметно быстрее на серых грунтосмесях. Запас углерода в корнеобитаемом слое серых грунтосмесей колеблется от 16 до 26 т/га, интенсивность накопления его 0,075—0,40 г/га/год; в желтых —

Фракционный состав гумуса серых грунтосмесей железнодорожного отвала Красносельского разреза № 7
(ГК-гуминовые кислоты, ФК-фульвокислоты)

Возраст, лет	Слой, см	С в исходном грунте, %	N в исходном грунте, %	C : N	ГК*, %	NГК*, %	C : N, ГК	CФК*, %	NФК*, %	C : N КФ	ГК СФК	Составка*, %
Зональная почва (выщелоченный чернозем)	0—20	4—10	0,23	17,8	1,07 26,1	0,073	14,6	0,34 8,3	0,005	68,0	3,14	2,69 65,6
	0—2	1,15	0,064	18,1	0,25 21,7	0,023	18,7	0,10 8,7	0,009	11,1	2,5	0,70 69,6
	2—7	0,95	0,053	17,9	0,25 26,3	0,018	13,8	0,10 10,5	0,068	12,5	2,5	0,60 63,2
	7—20	0,95	0,046	26,5	0,25 26,3	0,015	16,7	0,05 5,1	0,004	12,5	5,0	0,65 69,7
Грунтосмесь действующего отвала	0—2	1,0	0,089	11,2	0,35 35,0	0,024	14,5	0,05 50,0	0,007	7,1	7,0	0,60 40,0
	2—7	1,00	0,073	13,7	0,35 35,0	0,018	19,4	0,15 15,0	0,008	18,7	2,3	0,50 50,0
	7—20	0,95	0,053	17,9	0,10 10,5	0,015	6,6	0,25 26,3	0,007	35,7	0,4	0,60 63,2
	0—2	1,20	0,069	17,3	0,30 25,0	0,028	10,5	0,10 18,4	0,004	25,0	3,0	0,80 66,6
7	0—2	1,20	0,057	19,0	0,30 27,2	0,024	12,5	0,10 9,1	0,04	25,0	3,0	0,70 63,7
	2—7	1,10	0,057	21,0	0,20 16,6	0,024	8,3	0,15 12,5	0,003	50,0	1,3	0,85 70,9
	7—20	1,20	0,057	16,5	0,65 36,1	0,042	15,5	0,05 29	0,007	7,1	13,0	1,10 61,0
	0—2	1,80	0,109	15,3	0,35 30,4	0,042	18,5	0,15 13,0	0,007	21,4	2,3	0,60 57,6
14	2—7	1,15	0,075	16,5	0,20 16,9	0,015	20,0	0,15 7,5	0,004	37,2	1,3	0,85 75,6
	7—20	1,20	0,054	16,5								

* В числителе — % С от веса почвы, в знаменателе — от общего содержания углерода (С) в почве.

Фракционный состав гумуса желтых грунтосмесей железнодорожного отвала Красносельского разреза № 7
(ГК — гуминовые кислоты, ФК — фульвокислоты)

Возраст, лет	Слой, см	С в исходной почве, %	N в исходной почве, %	C : N	ГТК*, %	НГТК, %	$\frac{ГТК}{НГТК}$	СФК*, %	НФК, %	$\frac{СФК}{НФК}$	$\frac{ГТК}{СФК}$	С остатка почвы*, %
Грунтосмеси, действующего отвала	0—2	0,35	0,054	6,5	$\frac{0,25}{71,5}$	0,014	17,8	$\frac{0,10}{28,5}$	25,0	2,5	2,5	0
	2—7	0,35	0,049	7,8	$\frac{0,25}{71,5}$	0,013	19,1	$\frac{0,10}{28,5}$	33,3	2,5	2,5	0
	7—20	0,35	0,030	11,6	$\frac{0,25}{71,5}$	0,013	19,1	$\frac{0,10}{28,5}$	33,3	2,5	2,5	0
	0—20	0,60	0,057	10,5	$\frac{0,30}{50,0}$	0,024	12,5	$\frac{0,05}{4,2}$	4,5	6,0	6,0	$\frac{0,25}{45,8}$
	2—7	0,60	0,041	14,6	$\frac{0,25}{41,6}$	0,016	15,6	$\frac{0,15}{15,0}$	18,7	1,6	1,6	$\frac{0,20}{43,4}$
3	7—20	0,62	0,041	15,1	$\frac{0,20}{32,2}$	0,014	14,6	$\frac{0,15}{24,1}$	25,0	1,3	1,3	$\frac{0,27}{43,7}$
	0—2	0,50	0,042	11,3	$\frac{0,20}{40,0}$	0,018	11,1	$\frac{0,05}{10,0}$	12,5	4,0	4,0	$\frac{0,25}{50,0}$
	2—7	0,50	0,03	12,3	$\frac{0,20}{40,0}$	0,016	12,5	$\frac{0,05}{10,0}$	12,5	4,0	4,0	$\frac{0,25}{50,0}$
7	7—20	0,25	0,026	9,5	$\frac{0,15}{60,0}$	0,016	9,3	$\frac{0,10}{40,0}$	25,0	1,5	1,5	0
	0—2	0,70	0,105	6,6	$\frac{0,35}{50,0}$	0,017	19,0	$\frac{0,10}{14,3}$	16,6	3,5	3,5	$\frac{0,25}{35,6}$
	2—7	0,50	0,059	8,5	$\frac{0,35}{75,0}$	0,015	30,6	$\frac{0,05}{10,0}$	10,0	7,0	7,0	$\frac{0,10}{20,0}$
14	7—20	0,50	0,057	8,6	$\frac{0,30}{60,0}$	0,014	37,2	$\frac{0,05}{10,0}$	10,0	6,0	6,0	$\frac{0,15}{30,0}$

* В числителе — % С от веса почвы, в знаменателе — от общего содержания углерода (С) в почве.

5,57—14,32 т/га и 0,39—1,02 т/га/год соответственно. Содержание азота во всех слоях серых грунтосмесей также превышает содержание его в желтых. Хотя накопление азота с возрастом участка, как и углерода, не прямолинейное, тем не менее общее направление кривых его по всем слоям первичной почвы имеет отчетливую тенденцию к увеличению содержания во времени, особенно в слое 0—20 см. Запас азота в этом слое у серых грунтосмесей изменяется от 0,98 до 1,35 т/га, а интенсивность накопления — 0,07—0,09 т/га/год. На желтых соответственно 0,59—1,05 т/га и 0,04—0,07 т/га/год.

Величина C:N является показателем относительного богатства гумуса азотом и характерна для отдельных типов почв. Для черноземов и подзолистых почв величина C:N превышает 10 (11—18). В серых грунтосмесях она колеблется от 11 до 26,5. Высокое содержание азота в гумусе черноземов объясняется высоким содержанием азота в гуминовых кислотах (14,6). В гуминовых кислотах серых грунтосмесей это отношение несколько шире и колеблется в верхнем горизонте от 10,7 до 18,7, в нижнем — от 6,6 до 20. Эти данные указывают на то, что процесс почвообразования на серых грунтосмесях, который больше всего проявляется в верхнем (0—2 см) слое, идет по степному типу, а на желтых — по лесостепному. В общем, на серых и желтых грунтосмесях (табл. 18, 19) начальные процессы образования гумуса характеризуются преобладанием фракции фульвокислот.

Прогрессивность процесса почвообразования характеризуется и некоторыми другими агрохимическими показателями: увеличивается содержание доступного калия от нижних горизонтов к верхним и от более молодых участков к старым, содержание подвижных форм железа и алюминия уменьшается с увеличением возраста участков. Однако четких закономерностей в распределении подвижных форм фосфатов по профилю и с возрастом почвообразования не наблюдается, возможно, вследствие высокого содержания его в породах.

Красносельский железнодорожный отвал пригоден для биологической рекультивации без нанесения плодородного слоя. Часть его территории, преимущественно первый ярус засыпки 1957—1961 гг., может быть использована под сельскохозяйственную рекультивацию с первоначальным созданием на ней сеяных сенокосов и пастбищ. При этом необходим строгий подбор ассортимента районированных сортов многолетних трав. Площади, отсыпанные вторым ярусом, особенно по периметру отвала, и первый ярус, отсыпанный после 1962 г., целесообразно использовать под лесную рекультивацию, имея в виду создание защитных противоэрозийных и полезащитных полос. И в этом случае также необходимо проводить строгий подбор ассортимента видов, отдавая предпочтение солеустойчивым.

Следует отметить, что естественное поселение деревьев и кустарников на Красносельском отвале идет более интенсивно и

отчетливо, чем на подобных же отвалах Коркинского и описываемого далее Батуринского разрезов, но постоянный и чрезмерный выпас скота затрудняет этот процесс.

Железнодорожный отвал Батуринского разреза № 3—4 — старый. Отсыпка его производилась в 1959—1958 гг. Более молодые по возрасту засыпки расположены вокруг отвала по периметру.

Поверхность отвала беспорядочно грядово-бугристая. Много довольно высоких бугров (от 2 до 10 м).

По породному составу в отвале преобладает смесь алевролитов, по механическому составу — средние и тяжелые суглинки. Реакция среды грунтосмеси этих участков слабокислая или слабощелочная (рН 6,5—7,3). Обеспеченность фосфором средняя, калием — высокая; грунты бедны азотом.

Вся поверхность отвала покрыта травянистой растительностью. Из древесных растений встречены две группы 10—15-летних осин, берез и ив (высота 3—5 м) по 7—10 деревьев в группе, приуроченные к понижениям между буграми. Кроме того, на территории отвала расположен водоем длиной 100—120 м и шириной 15—20 м, а также несколько отдельных мелких ям, диаметром 5—15 м, заросших по краю тростником, камышом и рогозом.

Часть отвала (возраст — 15 лет) покрыта разнотравно-злаковыми и злаково-разнотравными сложными растительными группировками, в составе которых доминируют или выполняют эдификационную роль злаки, преимущественно длиннокорневищные (вейник наземный и пырей ползучий). На более старых участках (возраст свыше 15—20 лет) растительность комплексная. Микропонижения здесь заняты разнотравно-бобовыми ассоциациями с проективным покрытием 90—100% и прочной дерниной (задерненность до 90%). Из злаков преобладают мятлик луговой и пырей ползучий, из бобовых — люцерна хмелевидная и клевер ползучий. Ровные поверхности и нижняя сложенная треть склонов бугров покрыта почти чистыми зарослями пырея ползучего или вейника наземного. Проективное покрытие растительностью поверхности отвала на этих участках 70—80%, задерненность до 50%. Выше по склону бугров сформировались разнотравные растительные группировки с большой долей сорных видов (марь белая, солянка холмовая, лебеда, вьюнок полевой, осот, бодяк и др.). Некоторые бугры и частично их склоны растительностью не заняты, на них местами на участках, неблагоприятных по агрохимическим свойствам грунта, единично растет солянка холмовая. Реакция среды грунта сильнокислая (рН 3,7—4,3), очень низкое содержание подвижного фосфора (3,5 мг P_2O_5 на 100 г грунта) при средней обеспеченности подвижным калием (12,5—16,5 мг K_2O на 100 г грунта). Грунт чаще всего засолен, тип засоления — сульфатный.

На участке № 9 Батуринского разреза № 3—4 имеется три железнодорожных отвала. Два из них непосредственно примыкают к разрезу и вытянуты вдоль него на 1,5—2,0 км. Ширина их

незначительна (25—50 м). Поверхность отвалов грядово-бугристая, гряды параллельны бортам разреза. Отвалы одноярусные, высота их колеблется от 5 до 15 м. Отсыпка отвалов закончена в 1968 г. т. е. к моменту обследования возраст их был 3—15 лет. Естественное зарастание этих отвалов довольно интенсивно. Растительность травянистая.

Отвал, расположенный на западном борту карьера, имеет довольно связный и устойчивый разнотравно-злаковый растительный покров (корневищевая стадия зарастания с доминированием вейника наземного и пырея ползучего). Общее проективное покрытие поверхности отвала растительностью 80—100%. рН грунтосмеси слабокислая (5,8—6,4), они обеспечены подвижным фосфором (P_2O_5 от 10 до 25 мг на 100 г грунта) и калием (от 10 до 38 мг K_2O на 100 г грунта).

Отвал, расположенный на восточном борту разреза № 9, более молодой. Растительность на нем находится на стадии сложных растительных группировок и приурочена к понижениям между буграми, где наблюдается поселение древесных растений — березы, осины, ивы козьей, общее проективное покрытие поверхности отвала растительностью 40—60%. Реакция среды грунтосмесей вполне благоприятна для поселения растений (слабокислая рН 5,4—6,2), обеспеченность подвижным фосфором высокая (от 37 до 50 мг P_2O_5 на 100 г грунта), а калием — средняя и высокая (от 10 до 25 мг K_2O на 100 г грунта).

Биологическая рекультивация на западном железнодорожном отвале разреза 3—4 возможна без нанесения слоя почвы или почвоулучшающего грунта. Часть его территории может быть использована под сельскохозяйственную рекультивацию с первоначальным посевом районированных сортов многолетних трав. Грядовые возвышения на поверхности отвала и по периметру целесообразно использовать под лесопосадки.

На железнодорожных отвалах участка № 9, судя по темпам и интенсивности естественного зарастания, поверхность отвалов благоприятна для биологического освоения. На всей их площади возможна как лесная, так и сельскохозяйственная рекультивация после проведения горнотехнической рекультивации (планировка поверхности, выравнивание крупных бугров, упорядочение существующих террас), без дополнительного нанесения слоя почвы и почвоулучшающих грунтов.

Однако при проектировании рекультивации этих отвалов нужно предусмотреть по всему периметру карьера № 9 защитную полосу лесных посадок шириной 20—25 м для укрепления бортов. Особенно это необходимо при проектировании создания водоема в выработанном пространстве карьера. В этом случае на отвале, расположенном на восточном борту разреза, целесообразно (после планировки) провести лесную рекультивацию. Часть территории отвала на западном борту карьера, не вошедшую в полосу лесонасаждений (20—25 м), можно оставить под самозарастание.

Автомобильные Красносельские отвалы. Автотранспортное складирование отвалов применяется только на Красносельском разрезе № 8—8-бис. Площадь трех его отработанных автоотвалов равна 52 га, причем два из них (для удобства имеющимся отвалам были присвоены номера 1, 2 и 3) — № 2 и 3 — двухъярусные, высотой от 15 до 25 м.

Как показывают данные агрохимического анализа, реакция среды грунтосмесей всех трех автоотвалов вполне благоприятна для произрастания растений (от слабокислой до слабощелочной). Обеспеченность фосфором очень неравномерная, примерно треть образцов (35%) показали высокую, а $\frac{2}{5}$ (42%) низкую обеспеченность. Подвижными формами калия грунтосмеси автоотвалов обеспечены (низкая и средняя обеспеченность) более равномерно. Меньше его в грунтосмесях высокого II яруса отвалов, которые в то же время содержат больше фосфора. Кроме того, они несколько засолены (плотный остаток — 0,4%), тип засоления — хлоридно-сульфатный.

Определенное отрицательное влияние оказывает значительная высота отвалов, так как ухудшаются условия для заноса семян на их поверхность. По этим причинам на поверхности вторых ярусов формирование растительности идет очень медленно. К настоящему времени на них имеются единичные растения сорного разнотравья и отдельные пятна солянки холмовой, вейника наземного и лебеды татарской.

Естественное зарастание низкого отвала № 1 и I яруса остальных двух, в отличие от вторых ярусов, происходит довольно интенсивно. Растительность имеет комплексный характер и представлена пятнами древесных и травянистых растений. Из деревьев наиболее обильна осина, которой насчитывается от 40 до 58 экземпляров на 100 м². На втором месте по обилию стоит ива козья, реже встречается береза (2—10 на 100 м²). Единично на отвале № 3 встречается подрост сосны обыкновенной высотой от 0,5 до 1 м. Все деревья имеют хорошую жизненность. Высота их различна (от 0,5 до 3,5 м), что косвенно свидетельствует о разном возрасте и о продолжающемся внедрении этих видов в состав формирующегося фитоценоза.

На низком автоотвале № 1 травянистая растительность представлена разнотравно-бобово-злаковыми сложными растительными группировками. Из злаков доминирует пырей ползучий и вейник наземный, из бобовых большое обилие дает люцерна хмелевидная. Пятна травянистой растительности занимают 40—50% поверхности отвала, общее проективное покрытие 80—90%.

На поверхности I яруса автоотвала № 2 растительный покров разрежен. Общий аспект создает осина, а из травянистых — кипрей. Во II ярусе доминируют полины горькая, приморская и обыкновенная. Распределение растительности более или менее равномерное. Ее можно охарактеризовать как разнотравно-кипрейно-попынную растительную группировку с подростом древесных.

Интенсивное зарастание деревьями и кустарниками наблюдается на поверхности I яруса автоотвала № 3. Наиболее развита растительность в микро- и мезопонижениях. Господствующее положение имеет осина (от 20 до 110 особей на 100 м², высота деревьев от 0,5 до 3 м), менее обильна ива козья (от 4 до 20 особей на 100 м²), единично встречается береза бородавчатая. Травянистый ярус разнотравно-полынно-вейниковый. Довольно обильны полынь горькая (Sp) и полынь приморская (Sp gr-cop₁).

Вся площадь Красносельских отвалов пригодна для биологической рекультивации, но технические схемы для разных отвалов будут различны. На автоотвале № 1 (площадь 6,6 га) после проведения горнотехнической рекультивации без нанесения слоя почвоулучшающих пород возможна сельскохозяйственная рекультивация (создание искусственных сенокосных угодий), но более целесообразной (из-за большой высоты автоотвалов и незначительной их площади) следует признать лесную рекультивацию. Кроме того, поверхность этого отвала, расположенного близко к населенному пункту, может быть использована для создания коллективных садов и огородов.

Для автоотвала № 2 (14,8 га) после проведения горнотехнической рекультивации целесообразна лесная рекультивация, но с подсыпкой при посадке почвоулучшающего грунта, хотя бы в посадочные ямы. На автоотвале № 3 (22,0 га) после проведения горнотехнической рекультивации целесообразна также лесная рекультивация.

Действующий автоотвал № 4 (8,6 га) сложен неблагоприятными для биологической рекультивации грунтами, которые при горнотехнической подготовке территории к дальнейшему биологическому освоению необходимо покрыть слоем почвоулучшающего грунта толщиной не менее 50 см. После этого возможна сельскохозяйственная рекультивация, так как легко создать ровную поверхность уже в процессе отсыпки отвалов, но так как участок защищен от ветров окружающими отвалами, его можно удачно использовать также под коллективные сады и огороды.

Следует отметить, что район Красносельского карьера № 8-бис находится в засушливой лесостепной зоне. Постоянный дефицит влаги в течение части вегетационного периода затрудняет и усложняет биологическую рекультивацию. В частности, затруднено выращивание растительности и при посадке саженцев деревьев и кустарников, возможно, окажется необходимым полив. При лесопосадках, кроме того, потребуются террасирование поверхности. Ориентация террас может быть различной, но следует избегать создания южной экспозиции. Учитывая сказанное, на Красносельских отвалах целесообразнее всего комплексная рекультивация в виде создания лесных полос, перемежающихся с травянистой растительностью, созданной искусственным посевом многолетних трав, или возникших в ходе естественного самозарастания. Для биологического освоения важен подбор видов для посадок и по-

сева. Из многолетних трав необходимо использовать районированные засухоустойчивые сорта, из деревьев и кустарников — березу, вяз мелколистный, смородину золотистую, лох серебристый, шиповник, карагану и др.

Борта и внутренние отвалы Батуринаского карьера. При добыче угля открытым способом огромные площади земель заняты непосредственно карьерами. В Челябинском буроугольном бассейне их 5, добыча ведется длительное время. Так как в дальнейшем часть из них будет находиться на сухой консервации, представляет определенный интерес оценка процессов естественного зарастания бортов разрезов и внутрикарьерных отвалов в зависимости от их породного состава. В качестве примера рассмотрим Батуринский карьер № 3—4, добыча в котором ведется с 1941 г. Разрез вытянут с юга на север, глубина его в настоящее время достигает 110 м, площадь по поверхности — 246 га. Часть карьера уже отработана и используется для отсыпки внутрикарьерных отвалов; в ближайшие годы разработка его будет закончена.

В карьере по литологическому разрезу встречаются следующие породы: коричневато-бурый, призматически-комковатый четвертичный суглинок; темно-желтая четвертичная глина озерно-болотного происхождения; пески кварцевые четвертичные красно-бурые и темно-серые от мелкозернистых до крупнозернистых; серые и темно-серые бесструктурные аргиллиты и алевролиты; светло-серая песчаная третичная глина; синевато-желто-темно-серые опоки; серые и бежевые песчаники; конгломераты, гравелиты; темные, бесструктурные, разрушенные углистые аргиллиты и алевролиты. Из всех перечисленных пород опоки, углистые аргиллиты и алевролиты, а также бежевые песчаники и конгломераты имеют сильноокислую реакцию среды (pH 2,8—3,3), а третичные и четвертичные глины и частично четвертичные суглинки — засолены.

Перечисленные разности очень редко можно встретить в чистом виде в качестве субстрата для растущих в карьере растений. Обычно на поверхности уступов намывается (или осыпается) грунт с вышележащих уступов, хотя мощность его может быть очень небольшой. При прокладке железнодорожных путей на поверхность уступа насыпается щебень. Кроме того, значительная часть территории Батуринаского разреза № 3—4 (участок № 3) занята различного рода отвалами, т. е. смесями пород. Участки карьера отличаются по возрасту, рельефу, глубине, режиму увлажнения и др. Результатом этого является большое разнообразие в характере и распределении растительности на бортах карьера и внутрикарьерных отвалах.

Из 53 проб, взятых в Батуринаском карьере, 22 имеют pH 5,6—7,2; 21—7,2—7,5 и 3 — менее 4. Следовательно, большинство проб имеют реакцию от слабокислой до слабощелочной, т. е. такие участки благоприятны для произрастания многих растений. На участках, имеющих $pH=4$, растительность не обнаружена. Анализ водной вытяжки, проведенной для части образцов, пока-

зал, что грунты засолены. Тип засоления — хлоридно-сульфатный, степень засоления колеблется от слабой до очень сильной. В подавляющем большинстве случаев содержание подвижных фосфатов у большинства пород было очень высокое, то же наблюдается и по обеспеченности подвижными формами калия.

Поставщиком семян в карьер и на внутрикарьерные отвалы является окружающая растительность. С запада и востока к карьере примыкают внешние отвалы: три гидроотвала и старый железнодорожный отвал, растительность которых охарактеризована выше. Южнее карьера расположен г. Еманжелинск, а непосредственно возле карьера находится свалка мусора. Юго-восточный участок борта и часть восточного заняты поселками Проходная и Батури́нский. Участки между карьерами и поселками занимает сорно-залежная и прижилищно-сорная растительность.

В составе растительности Бату́ринского карьера отмечено более 100 видов. Лишены растительности только вновь открытые, очень крутые и сильно засоленные и закисленные участки. На остальной площади в той или иной мере идут процессы формирования растительного покрова.

Описание растительности проводилось на менее разрушенных уступах восточного, северо-западного, западного, южного и юго-восточного склонов. Отдельно была описана растительность на внутрикарьерных железнодорожных и автомобильных отвалах.

Возраст старого железнодорожного отвала 9—14 лет. Сложен он выветренными песчаниками с примесью углистых и горелых пород. Поверхность в виде невысоких сглаженных бугров, встречаются переувлажненные участки. Общее покрытие растительностью на пологих местах до 80%, на крутых склонах — 40—50%. В растительном покрове можно выделить следующие сложные группировки: на крутых склонах — *Artemisia vulgaris* + *Artemisia absinthium* — *Atriplex nitens* + *Atriplex tatarica* + *Salsola collina* с незначительным участием злаков и бобовых. На менее пологих участках описаны замкнутые, но неустойчивые фитоценозы: *Calamagrostis epigeios* + *Agropyrum repens* + *Roegneria fibrosa* + *Phragmites communis* — *Poa angustifolia*, перемежающиеся с пятнами *Trifolium repens*, *Medicago falcata* и *M. lupulina*, *Lathyrus pratensis*. Возвышенный участок с примесью горелого материала покрыт пятнами *Chamaenerium angustifolium*, *Solanum dulcamara*, *Dracopcephalum thymiflorum*. На участках с застойной влагой отмечены заросли *Juncus Gerardii*, *Thypha angustifolia*, единичные растения *Thypha latifolia*. Проявилась и некоторая приуроченность растительности к свойствам грунта. На участках со средним и слабым засолением сформировались группировки с сочетанием *Salsola collina*, *Tussilago farfara*, *Cirsium arvense*, *Rumex pseudonatronatus*, *Puccinellia distans*. Всего на железнодорожном отвале отмечено 53 вида, значительную долю из которых составляют галофиты (20—30%).

Возраст молодого железнодорожного отвала 2—3 года. Сложен

он рыхлыми четвертичными отложениями и песчаниками, поступающими из вскрыши верхних уступов. Поверхность бугристая, гряды чередуются с замкнутыми понижениями глубиной до 1,5—2 м. Растительность приурочена к понижениям и образует на поверхности отвала полосы, чередующиеся с участками, лишенными растений. Распределение видов случайное, пятнистое. Все растения нормально развиты, стебли донника и лебеды лоснящейся достигают высоты 1,5—1,8 м. Наиболее обильны *Atriplex nitens* (Sp—cop₁), *A. tatarica* (Sp—cop₂) *Salsola collina* (Sp gr), *Melilotus albus* (Sp—cop₁), *Artemisia absinthium* (Sp). Преобладают однолетники, двулетники (46%) и растения мезофитного облика (69%). Значительна доля галофитов (22%).

Рядом с железнодорожными расположен автоотвал, возраст его 3—4 года. Сложен он надугольными породами преимущественно третичного возраста, с глубины 70—90 м, поверхность бугристая, отдельные впадины переувлажнены. Растительность в основном галофитная, появляется во впадинах и представлена угнетенными всходами маревых: *Atriplex litoralis*, *Salsola collina*, *Suaeda corniculata*. На более увлажненных участках отмечены пятна *Puccinellia distans*, *Trifolium vulgare* и *Phragmites communis*. На боковых откосах бугров по эрозионным ложбинкам, кроме перечисленных, отмечены единичные растения *Aster amelloides*, *Lepidium ruderales*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*.

На восточном склоне карьера возраст самых верхних из сохранившихся уступов и откосов примерно 10—12 лет. Сложены они преимущественно песчаником светло-серого и желтовато-серого цвета. Переувлажненных участков в настоящее время нет, но раньше местами уступ был переувлажнен в связи с выходом грунтовых вод из лежащих выше (ныне снятых) горизонтов. Глубина от поверхности 25—30 м. Крутизна отдельных участков откоса около 30—40°. На ровных местах, видимо, в прошлом переувлажненных, расположены заросли тростника, его побеги дают покрытие до 100%. Границы зарослей тростника постепенно сужаются, ограничиваясь более увлажненными участками, и уступают место сообществу тростника и пырея ползучего; иногда последний образует почти чистые пятна. Во втором ярусе кроме пырея многочисленны вегетирующие *Erigeron acer*, *Mulgedium tataricum* и *Sonchus arvensis*, уступающие доминирование на переувлажненных участках *Puccinellia distans* и *Trifolium vulgare*. На более сухих и крутых склонах суммарное покрытие меняется от 30—40% на участках с большей крутизной до 70—80% на менее крутых местах. Растительность состоит из злаковых, бобовых, разнотравья (с преобладанием сложноцветных), имеет пятнистый характер. Преобладают виды из разнотравья *Aster amelloides*, *Mulgedium tataricum*, *Sonchus arvensis* и *Tussilago farfara*, из бобовых *Melilotus officinalis*, из злаков *Festuca sulcata*, *Agropyrum repens*, *Puccinellia distans*.

Нижележащие уступы сложены преимущественно аргиллитами,

а в северной части песчаником. Отдельные участки уступов переувлажнены. Возраст уступов около 10 лет. На переувлажненных песчаниках аналогичные вышерасположенным заросли тростника. К влажным, плотным, иловатым грунтам приурочены чистые пятна *Salicornia herbacea*, которые переходят в галофитные сложные группировки. На более сухих участках, откосах и нижних уступах встречаются единично *Melilotus officinalis*, *Mulgedium tataricum*, *Atriplex tatarica*, *Atriplex litoralis*, *Artemisia absinthium*, *Puccinellia distans*. Нижние 7—8-летние уступы сложены преимущественно углистыми аргиллитами, на которых очень редко растут некоторые из перечисленных видов. Характер растительности позволял предполагать засоленность грунтов. Анализ водной вытяжки показал, что процент сухого остатка у 4 из 11 взятых проб колебался от 1 до 2 и у 4 — от 0,5 до 1, у всех проб он был больше 0,3.

На северо-западном склоне хорошо сохранились лишь уступы № 4—8 на глубине от 40 до 95 м от поверхности. Сложены они вертикально вниз падающими прослойками разубоженного угля, темных аргиллитов, алевролитов, песчаника, конгломератов, при преобладании песчаников. Поверхности верхних и нижних уступов по характеру пород не отличаются. На 4, 6, 7-м уступах можно отметить переувлажненные участки со значительным выходом грунтовых вод, занятые зарослями тростника. На разреженных границах их, во втором ярусе, отмечены вегетирующие *Mulgedium tataricum* и *Sonchus arvensis*. На сухих участках растительность имеет очень пятнистый характер с преобладанием сложноцветных, таких как *Artemisia absinthium*, *Aster amelloides*, *Mulgedium tataricum*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, из бобовых *Melilotus albus*. Злаков в растительном покрове почти нет, только на самых нижних уступах можно отметить присутствие единичных растений бескильницы расставленной, очень редко пырея ползучего. Небольшой, очень увлажненный участок, около 2 м², занят пятном *Salsola mutica*, нигде больше в карьере не встречающейся. Откосы уступов склона растительности почти лишены, только на более пологих местах отмечены пятна *Aster amelloides* и единичные растения *Salsola collina*. Покрытие растительностью плоскостей уступов достигает 20—40%.

Уступы западного склона имеют возраст 10—17 лет. Сложены они преимущественно темноцветными породами с прослойками угля; переувлажненных участков нет. Растительный покров представлен небольшим количеством видов. Суммарное покрытие 40—60%, пятнистость выражена слабо. Характер и видовой состав растительности более или менее одинаковы на всех уступах: значительно участие бобовых, злаков, с преобладанием из разнотравья сложноцветных. Всего зафиксировано 15 видов, из которых наиболее обильны *Artemisia absinthium* (Sp—sp cum), *Agropyrum repens* (Sp), *Aster amelloides* (Sp gr), *Puccinellia distans* (Sp—sp gr), *Melilotus albus* (Sp—cop₁), *Sonchus arvensis* (Sp—cop₁), *Taraxacum officinale* (Sp—cop). Подсчеты коэффициента общности

(по Коулу-Василевичу) показали, что наиболее сходны между собой по видовому составу сообщества и растительные группировки средних и нижних уступов восточного склона; нижних уступов северо-западного склона и уступов западного склона. Это подтверждает и процентное соотношение видов по эко- и биоморфам (табл. 20). В растительности уступов склонов велик процент многолетников (к общему количеству 42—72%, обильных 14—53%), но обилие их резко падает на средних и нижних уступах восточного склона. В целом количество одно- и двулетников невелико, но на уступах восточного склона по сравнению с северо-западными и западными процент их возрастает. Это можно связать с засолением уступов и обилием в составе первичной растительности однолетних галофитов. Такая же связь наблюдается в распределении корневищных и бескорневищных видов. Соотношение короткорневищных и длиннокорневищных видов примерно 1:1.

В целом по уступам в растительном покрове преобладают мезофиты (41—75%), что можно объяснить преобладанием сорных видов, зональная приуроченность которых очень невелика. Обилие галофитов наиболее велико на средних и нижних уступах восточного склона (57—50%), также значительно на нижних уступах северо-западного склона (35%) и на увлажненных участках верхних уступов восточного склона. Вообще, доля галофитов в сложении растительности склонов по сравнению с растительностью прочих участков Батуринского карьера очень велика.

Растительность южного и юго-восточного склонов необходимо рассмотреть отдельно. Возраст их около 15 лет. Рельеф очень пересеченный, уступы полуразрушены, имеются оползни и более поздние навалы породы. Дно участка, примыкающего к этим склонам, в частности, засыпано слоем около 20 см. Склоны сложены, в основном, песчаниками и даже песками, навалы же чаще из светлых аргиллитов. Откосы и участки с большой крутизной почти лишены растительности или растительный покров их очень изрежен, но обычно представлен теми же группировками, что и на уступах и площадках. На данном участке карьера пасут скот.

Общее покрытие плоских участков около 60—70%. Травостой невысокий (10—25 см), менее пятнистый, чем на ранее описываемом участке. Представлен закрытыми невыработавшимися ценозами с доминированием мятлика узколистного и пырея ползучего, на южном склоне можно отметить заросли сорно-рудеральной растительности. На плоских участках дна разреза описано сообщество: *Agropyrum repens* + *Calamagrostis epigeios* + *Achillea ptarmica* — *Medicago lupulina*, а на южном склоне участка № 3 отмечены единичные древесные виды: береза бородавчатая, осина, ивы. Южные склоны навалов на дно рыхлые, с включением горелой породы, покрыты растительностью, представленной, в основном, сложноцветными — *Aster amelloides*, *Artemisia absinthium*, *A. vulgaris*, *Erigeron acer*, *Mulgedium tataricum*.

В составе растительности (табл. 20) преобладают многолетни-

Сравнительная характеристика флористического состава уступов склонов разной экспозиции Батуринаского разреза

Местообитание	Количество видов	Состав компонентов, %											из них галофиты
		биологический			экологический								
		однолетники	двулетники	многолетники	бескорневые	короткокорне- вые	длинокорне- вые	ксерофиты	ксеромезофиты	мезофиты	гигромезофиты	мезогигрофиты	
Восточный склон:													
Верхние (переувлажненные) уступы	12	17	25	58	16	42	42	16	—	68	—	16	41
Верхние уступы (среднее увлажне- ние)	31	15	25	60	45	30	25	13	9	69	3	6	26
Средние уступы	14	30	30	40	50	25	25	7	14	72	—	7	57
Нижние уступы	14	32	23	45	53	17	30	14	8	64	7	7	50
Западный склон	14	7	20	73	42	30	28	7	21	58	—	14	35
Северо-западный склон:													
Уступ № 4	24	13	24	63	42	25	32	8	8	80	—	4	20
Уступ № 5	28	18	24	58	49	28	23	13	7	70	—	10	25
Уступ № 6	19	16	26	58	43	25	32	5	10	70	—	15	20
Уступы № 7 и 8	14	14	14	72	47	14	39	—	14	65	—	21	28
Южный склон	55	19	19	62	62	23	15	16	24	60	—	—	14
Юго-восточный склон	44	15	25	60	52	23	25	14	20	66	—	—	12

ки, при большом обилии бескорневищных, вероятно, из-за значительной доли многолетних, но корнеотпрысковых видов.

По сравнению с прочими участками Батурина карьера на его южных склонах несколько повышена доля ксерофитов, мезоксерофитов и ксеромезофитов, что заметно сближает его растительность с типичной для лесостепной зоны Зауралья остепненной луговой растительностью. Процент галофитов незначителен и лишь несколько возрастает на уступах южного склона.

При описании растительности Батурина карьера всего было отмечено более 100 видов. Лишены растительности только вновь открытые породы и сильнозасоленные участки. На остальной площади в той или иной мере происходит процесс формирования растительного покрова.

На засоленных участках и углистых породах в зависимости от возраста отмечены пионерные группировки и открытые фитоценозы с преобладанием галофитов. На старых открытых участках в южной части карьера сформированы замкнутые, но неустойчивые фитоценозы, с преобладанием длиннокорневищных и рыхлокустовых злаков. На остальных площадях, в зависимости от возраста, рыхлости и других качеств грунта, описаны смешанные простые или сложные группировки, представленные сорным разнотравьем с преобладанием сложноцветных и маревых. Некоторые виды встречаются на всех или почти всех экотопах карьера. Это *Agropyrum repens*, *Artemisia absinthium*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus albus*, *Mulgedium tataricum*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Tripolium vulgare*, *Tussilago farfara*. Однако обилие их на разных экотопах меняется от балла Sol до Cor_2 и зависит от свойств субстрата, увлажнения, экспозиции склонов. Ясно прослеживается уменьшение обилия большинства перечисленных видов с глубиной карьера.

Оценивая процессы естественного формирования растительного покрова на разнотипных отвалах Челябинского бурогоугольного бассейна, расположенного в лесостепной зоне Зауральского пенеплена, следует отметить, что наиболее интенсивно они протекают на вскрышных гидроотвалах. Это объясняется их хорошей доступностью для заноса семян растений (невысокие), относительно ровной поверхностью, однородностью породного состава и оптимальными условиями увлажнения в первые годы после окончания эксплуатации отвалов.

На железнодорожных отвалах, если они сложены нефитотоксичными породами, чаще всего формируется комплексная растительность в зависимости от форм мезо-, микро- и нанорельефа поверхности уступов и их высоты. При довольно интенсивном зарастании ровной поверхности и микропонижений заметные по размерам возвышения, их склоны и склоны отвалов (уступов) очень длительное время остаются практически лишенными растительности. Естественный растительный покров на таких участках очень неоднороден и часто случаен по составу видов. Еще более

затруднено формирование естественного растительного покрова на автоотвалах из-за сложности их мезорельефа. Горнотехнической планировкой поверхности и выполаживанием склонов уступов (и отвалов) темп и интенсивность естественного восстановления растительности на железнодорожных и автомобильных отвалах могут быть уравнены и в целом усилены. Впрочем, следует отметить, что естественное восстановление растительного покрова на породных отвалах Челябинского буроугольного бассейна протекает довольно медленно, медленнее, чем на одновременно изучавшихся отвалах Богословского буроугольного бассейна, расположенного в северной полосе среднетаежной подзоны восточных предгорий Северного Урала в Свердловской области (Лукьянец, 1974, 1975).

Даже при самых благоприятных условиях группировки растительности, близкие к зональным лесостепным, формируются в условиях отвалов Челябинского бассейна только к 25—30 годам. Сухие же поверхности гидроотвалов с углемоек практически не зарастают вовсе, как и участки породных отвалов с сильнозасоленными грунтосмесями.

Наряду с особенностями физико-химических и агрохимических свойств грунтосмесей отвалов, условиями заноса семян, засушливостью климатического режима лесостепной зоны и степенью увлажнения отдельных участков отвалов и др., исключительно большое влияние на формирование естественного растительного покрова оказывает выпас скота, особенно на начальных стадиях сингенеза.

Из-за ограниченности естественных пастбищ в районе Коркино, Еманжелинска, Кичигино выпас крупного рогатого скота на отвалах проводится повсеместно, систематически, чрезвычайно напряженно, без каких-либо попыток его регулирования и упорядочения. Между тем, как показывают наблюдения сотрудников лаборатории промышленной ботаники Уральского университета на отвалах разных типов (минеральных и органических, породных, зольно-шлаковых и шламовых) во всех зонах Урала и многих районах Казахстана, Западной и Восточной Сибири, Европейской части СССР, беспорядочный выпас скота везде и всегда является фактором, препятствующим самозаращению отвалов, задерживающим почвообразовательные процессы. Если даже в конце концов через длительный промежуток времени все же на отвалах сформируется сомкнутый растительный покров (пример — старые Коркинские отвалы), он всегда бывает представлен низкопродуктивными группировками и фитоценозами с обилием в составе растений сорных и малоценных. Упорядочение выпаса скота на отвалах, а еще лучше его полное запрещение в течение первых 15—20 лет на самозарастающем отвале или отвале, предназначенном под биологическую рекультивацию, во всех случаях — обязательное мероприятие, так же как горнотехническое выравнивание поверхности автоотвалов и многих железнодорожных.

Изучение первичных процессов выветривания грунтосмесей и почвообразования на всех типах отвалов Челябинского буроугольного бассейна показало, что на всех породах, попадающих в отвалы, почвообразовательный процесс начинается одновременно с поселением на них растений и идет синхронно со стабильностью сингенеза растительности. Они выражаются в постепенном накоплении в верхних слоях грунтосмесей углерода и азота, а также в характерном почвенном распределении их по профилю формирующихся почвогрунтов и первичных почв. Оценивая скорости накопления углерода и азота в слое 0—20 см, наиболее затрагиваемом выветриванием и почвообразованием, следует отметить, что они небольшие. Так, в среднем на 1 га за год на отвалах Челябинского буроугольного бассейна накапливается усредненно около 580 кг С, при колебаниях на отвалах разных типов от 220 до 1210 кг, и 70 кг N при колебаниях от 24 до 120 кг. Если учесть, что примерно 5—10 кг N вносится в год на 1 га из атмосферы, то средняя величина накопления N снизится всего до 60—65 кг/га/год. Такие небольшие скорости накопления основных минеральных компонентов почв при самозарастании отвалов объясняются многими причинами, среди которых засоленности пород и выпасу скота, затрудняющим более быстрое развитие растительности, принадлежит существенное место.

Гумусовые вещества почв, формирующихся на отвалах, обладают особенностями по сравнению с естественными зональными. Если судить по величине $E_4:E_6$, характеризующей строение гуминовых кислот, на молодых участках (1—10 лет) кислоты более «молоды», чем на более старых и зрелых участках, и тем более чем у зональных почв, с которыми они, однако, имеют принципиальные черты сходства.

Следовательно, на первой стадии онтогенеза почв (Захаров, 1931) происходит только формирование гумусовых веществ и постепенное усложнение строения молекул гуминовых кислот с приближением к строению гуминовых кислот зональных почв.

Идущий процесс почвообразования проявляется и в распределении подвижных форм калия. Заметно увеличение его содержания в формирующихся первичных почвах от нижних слоев к верхним и от более молодых участков к более старым. В распределении подвижных форм фосфора аналогичной закономерности не наблюдается, что, по-видимому, объясняется большим содержанием подвижных форм фосфора в горных породах. На высоком исходном фоне содержания фосфора перераспределение его в результате почвообразования за небольшой временной отрезок мало заметно, тогда как на породах, более бедных по обеспеченности подвижными формами фосфора, оно наблюдается отчетливо, например, на гидроотвалах того же Челябинского бассейна (Махонина, Чибрик, 1974).

Накопление в первичных почвах углерода и азота, послойное перераспределение минеральных веществ не прямо пропорциональ-

ны времени почвообразования. В силу определенных конкретных условий нередко на старом по возрасту участке отвала отмечаются более низкие показатели, чем на предыдущем молодом. Естественно, что накопление С и N в первую очередь зависит от состояния растительности, которая, в свою очередь, может существенно варьироваться, как это отмечено ранее, от многих причин. Подчеркнем еще раз, что процессы самозарастания отвалов растительностью и почвообразование на них идут согласованно, синхронно и взаимозависимо. По существу, на отвалах формируются не фитоценоз и почва как таковые, а сложная взаимосвязанная экологическая система — биогеоценоз.

Если предположить, что накопление гумуса и азота в верхних слоях грунтосмеси самозарастающих отвалов будет идти со средней указанной скоростью и в последующем, то для того, чтобы формирующиеся почвы достигли запасов гумуса зональных почв, потребуется, по-видимому, около 300 лет.

Допуская даже, что беспорядочный выпас скота на отвалах будет в скором времени упорядочен или прекращен, а растительность выйдет из-под его деградирующего влияния, все равно скорости формирования зрелых почв зонального типа останутся большими, превышающими 1—1,5 сотни лет. Такие скорости превращения ныне практически бесплодных отвалов Челябинского бурогоугольного бассейна в продуктивные сельскохозяйственные или лесные угодья в настоящее время совершенно неприемлемы. Очевидно, для ускорения формирования почв и продуктивной растительности на отвалах необходимо активное вмешательство человека в естественные процессы биоценогенеза методами горнотехнической и биологической рекультивации. В еще большей степени этот вывод обязателен для глубоких карьеров открытых разработок, самозарастание склонов и дна которых идет совершенно неудовлетворительно и может длиться многие столетия.

Наиболее легко биологическая рекультивация отвалов Челябинского бурогоугольного бассейна может быть осуществлена на вскрышных незасоленных гидроотвалах и наиболее трудна на углемоечных, требующих коренной мелиорации. Железнодорожные и автомобильные отвалы в зависимости от породного состава занимают в этом отношении промежуточное положение.

Для карьеров же метод и характер их рекультивации указать пока затруднительно. Необходимы специальные исследования, притом не столько биолого-сельскохозяйственно-лесного характера, сколько горнотехнического и инженерно-мелиоративного.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрохимическая характеристика почв в СССР. Казахстан и Челябинская область. 1968. М.
Аринушкина Е. В., 1970. Руководство по химическому анализу почв. М.
Арнольди Л. В., Беспалова З. Г., Борисова И. В., Карамышева З. В.,

Попова Т. А., Рачковская Е. И., Свешникова В. М., 1969. Сравнительная характеристика изученных видов растений степных сообществ. В кн. «Биокомплексная характеристика основных ценозообразователей растительного покрова Центрального Казахстана». Л.

Бекаревич Н. Е., Горобец Н. Д., Колбасин А. А., Масюк Н. Т., Пистунов Н. И., Сидорович Л. П., Узбек И. Х., 1971. О рекультивации земель в степи Украины. Днепропетровск.

Борисова И. В., Исаченко Т. И., Калинина А. В., Карамышева З. В., Рачковская Е. И., 1961. Список основных растений Северного Казахстана по жизненным формам и эколого-фитоценоотическим группам. В кн. «Растительность степей Северного Казахстана. Тр. Ботанич. ин-та СССР. Сер. 3. Геоботаника», вып. 13.

Быков Б. А., 1962—1965. Доминанты растительного покрова Советского Союза, т. 2, 3. Алма-Ата.

Воронов А. Г., 1963, 1973. Геоботаника. М. Изд. 2-е. М.

Воронов А. Г., Тагунова Л. Н., 1957. О стадиях формирования фитоценозов. «Бюлл. МОИП», отд. биол., т. 62, вып. 5.

Денисов Ю. И., Шауфлер А. Н., 1969. Современное состояние и перспективы развития открытых работ на угольных месторождениях Урала и Кузбасса. В сб. «Основные вопросы восстановления нарушенных территорий при открытой разработке угольных месторождений Урала и Кузбасса». Челябинск.

Денисов Ю. И., Шауфлер А. Н., 1973. Исследования теплового режима породных отвалов. В сб. «Рекультивация земель в СССР». М.

Колесников Б. П., 1969. Леса Челябинской области. В кн. «Леса СССР», т. 4. М.

Кононова М. М., 1963. Органическое вещество почвы. М.

Куминова А. В., 1960. Растительный покров Алтая. Новосибирск.

Левина Р. Е., 1957. Способы распределения плодов и семян.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С., 1974. Агрохимическая и геоботаническая характеристика гидроотвалов Челябинского угольного бассейна. В сб. «Растения и промышленная среда», вып. 3. Свердловск.

Серебряков И. Г., 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение. В кн. «Полевая геоботаника», т. 3. М.—Л.

Скавронская А. Е., Андрушко В. М., 1957. Краткий агроклиматический справочник по Челябинской области. Челябинск.

Тарчевский В. В., Чибрик Т. С., 1969. Закономерности формирования естественной растительности на отвалах при открытой добыче бурого угля в Челябинском буроугольном бассейне. В кн. «Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск.

Тарчевский В. В., Чибрик Т. С., 1970. Естественная растительность отвалов при открытой добыче каменного угля в Кузбассе. В сб. «Растения и промышленная среда». Свердловск.

Урал и Приуралье, 1968. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.

Шенников А. П., 1964. Введение в геоботанику. М.